UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE TORRAÇÃO DO CAFÉ ROBUSTA (*Coffea canephora* Conillon) PARA FORMULAÇÃO DE *BLENDS* COM CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arábica*)

Luciane Carneiro Mendes
aluna

Prof.ª Dr.ª Hilary Castle de Menezes
Orientadora

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Luciane Carneiro Mendes aprovada pela Comissão Julgadora em 20 de julho de 1999.

Campinas, 20 de julho de 1999

Profa. Dra. Hilary C. de Menezes
Presidente da Banca

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos

321694

Campinas, julho de 1999

UNICAMP BC
N.º C.
V. Ex.
TOMBO 38601
PROC 229/99
X
PREÇO R$ 11,00
DATA 31/08/99
N.º CPD

CM-00125819-0

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

M522o

Mendes, Luciane Carneiro
Otimização do processo de torração do café robusta (*Coffea canephora* Conillon) para formulação de blends com café arábica (*Coffea arábica*) / Luciane Carneiro Mendes. – Campinas, SP: [s.n.], 1999.

Orientador: Hilary Castle de Menezes
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Café. I.Menezes, Hilary Castle. II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engeharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof.ª Dr.ª Hilary Castle de Menezes

(orientadora)

Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida A. P. da Silva

(membro)

Prof. Dr. Antonio Marsaioli Jr.

(membro)

Prof. Dr. Nelson Horacio Pezoa García

(membro)

Aos meus pais.

Agradecimentos

À Hilary, pela orientação, confiança e apoio sempre constantes. E pela amizade e carinho em alguns momentos difíceis.

A CAPES, pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

Aos meus professores, especialmente à prof.ª Maria Aparecida, ao prof. Horácio e ao prof. Marsaioli, não só por terem aceito ao convite de serem membros da minha banca, mas também pela orientação, pela ajuda e por terem compreendido minha pressa para a entrega dos "bonecos". Desculpem-me a correria!

Aos professores Assis e Carlos, pelas embalagens.

Aos funcionários das secretarias, especialmente ao Cosme. Aos funcionários dos laboratórios, especialmete à Ana Lourdes, ao Roberto, à Kelly e às amigas Ana Koon e Priscila.

À Cooabriel pelo apoio e fornecimento do café robusta

Ao José Guilherme Cortês pelo apoio, incentivo, ajuda, paciência e por acreditar neste trabalho!

À Amanda, não só pela ajuda incontável, mas principalmente, pela amizade sem tamanho de todos os dias, pela enorme paciência e pelo carinho!

Aos amigos do toda Faculdade, de todos os dias, especialmente à Gabi, Ricardinho, Eliete, Cristina, Edy, Luis, Sandra, Miguel...Ainda aos amigos Daniel Grigolon, Rene Pierre, Catarina, Emílio, Doralice, Carol...

Enfim, a todos aqueles que acreditaram neste trabalho e contribuíram de alguma forma – com um sorriso ou uma palavra numa hora difícil. A todos, meu eterno "muito obrigada"!

Índice

Índice de Tabelas iii

Índice de Figuras v

Resumo geral 1

General Summary 3

Introdução 5

Objetivos 7

Revisão Bibliográfica 8

1 - Coffea canephora 8
1.1 - Classificação do café robusta, no Brasil (TOLEDO, 1986) 10

2 - O Processo de Torração de Café 12

3 - Composição dos grãos de café verdes e torrados 15
3.1 - O aroma do café 22
3.2 - O sabor do café 23

4 - "Blends" 25

CAPÍTULO 1 27

Otimização do Processo de Torração do Café Robusta *(Coffea canephora* Conillon) 27

1.1 - Resumo 27

Summary 28

1.2 - Introdução 29

1.3 – Metodologia 31
1.3.1 – Material 31
1.3.2 – Métodos 31

1.4 - Análise e Discussão dos Resultados 36
1.4.1 – Comportamento da temperatura interna do torrador durante o processo de torração 36
1.4.2 - Influência do grau de torração na aceitação da bebida 37
1.4.3 - Determinação da Cor dos Grãos e do Pó de Café 45
1.4.4 – Influência do grau de torração sobre o pH, acidez titulável, açúcares redutores e totais e fenólicos. 51
1.4.5 – Influência do grau de torração sobre a porcentagem (em base úmida) de Sólidos Solúveis 58

1.5 - Conclusão 59

1.6 - Referências Bibliográficas 60

CAPÍTULO 2 ..... **65**

Otimização da Formulação de *Blends* de Café Arábica com Café Robusta **65**

2.1 - Resumo *65*

Summary *66*

2.2 – Introdução *67*

2.3 – Metodologia *69*
2.3.1 - Materiais 69
2.3.2 – Métodos 69

2.4 - Análise e Discussão dos Resultados *72*
2.4.1 - Avaliação Sensorial 72
2.4.2 – Determinação do pH e acidez titulável 75
2.4.3 - Determinação da porcentagem (em base úmida) de açúcares 77
2.4.4 – Determinação da porcentagem (em base úmida) de fenólicos 78
2.4.5 – Determinação da porcentagem de sólidos solúveis 79

2.5 – Conclusão *81*

2.6 - Referências Bibliográficas *82*

Conclusão Geral **85**

Referências Bibliográficas **86**

ANEXOS **95**

Índice de Tabelas

Tabela 1: Parque cafeeiro de café robusta no Brasil. 8

Tabela 2: Defeitos para Classificação por tipos de café robusta (TOLEDO, 1986)11

Tabela 3: Classificação de café robusta quanto à bebida. (TOLEDO, 1986) 11

Tabela 4: Composição, em % de base de matéria seca, de cafés arábica e robusta, verdes e torrados. 20

Tabela 1.1: Variáveis codificadas e decodificadas do planejamento experimental para otimização do processo de torração de café robusta. 32

Tabela 1.2 : Estimativa dos efeitos e coeficientes das regressões preditivas da aceitação do AROMA, SABOR e COR da bebida, através das variáveis codificadas, associados ao tempo e temperatura de torração. 38

Tabela 1.3: Modelos ajustados para as respostas dos atributos sensoriais. 40

Tabela 1.4: Valores médios de aceitação das amostras de bebida de café robusta, atribuídos pelos consumidores, em diferentes graus de torração. 43

Tabela.1.5 : Estimativa dos efeitos e coeficientes das regressões preditivas da variação de luminosidade (L*) e coordenadas cromáticas a* (vermelho-verde) e b* (amarelo-azul) do grão torrado em função do tempo e temperatura de torração, para as variáveis codificadas. 46

Tabela 1.6: Modelos ajustados para luminosidade (L*) e coordenadas cromáticas (a* e b*) dos grãos de café torrados. 47

Tabela 1.7 : Estimativa dos efeitos e coeficientes das regressões preditivas da variação de luminosidade (L*) e coordenadas cromáticas a* (vermelho-verde) e b* (amarelo-azul) do pó de café, em função do tempo e temperatura de torração, para as variáveis codificadas. 49

Tabela 1.8 : Estimativa dos efeitos e coeficientes das regressões preditivas das variações de pH, acidez titulável (em ml NaOH/100g de café), porcentagem (em base úmida) de açúcares redutores e totais e de fenólicos, em função do grau de torração, para as variáveis codificadas. 52

Tabela 1.9: Modelos ajustados para pH, porcentagem (em base úmida) de açúcares redutores e totais e de fenólicos. 53

Tabela 1.10: Porcentagem de sólidos solúveis em café robusta com diferentes graus de torração..... 58

Tabela 2.1: Concentrações, em porcentagem (%) de massa, dos cafés robusta e arábica para formulação de *blends*..... 69

Tabela 2.2: Avaliação sensorial de *blends* de café robusta com café arábica..... 73

Tabela A.1: Média das temperaturas das três torrações realizadas para cada ensaio do planejamento experimental da torração de café robusta..... 96

Tabela A.2: Componentes da cor para grão torrado e grão torrado e moído (pó) de café robusta em diferentes graus de torração. 97

Tabela A.3: Média das medidas de umidade, pH, acidez titulável, açúcares redutores e totais e fenólicos, bem como dos respectivos desvios padrão, para o café robusta com diferentes graus de torração..... 98

Tabela A.4: Avaliação sensorial de *blends*, a) aroma, b) corpo, c)acidez, d) amargor, e) nota. 99

Tabela A.5: Média das medidas de pH, acidez titulável, açúcares redutores, fenólicos e sólidos solúveis, bem como dos respectivos desvios padrão, referentes às amostras de blends de café arábica com café robusta..... 101

Índice de Figuras

Figura 1.1: Comportamento da temperatura interna do torrador para cada um dos 11 ensaios de torração do café robusta. 37

Figura 1.2: Superfície de resposta e de contorno para a avaliação do atributo sensorial aroma da bebida. 41

Figura 1.3: Curvas dos modelos de aceitação: a) do sabor e b) proximidade da idealidade da cor da bebida, em função do tempo de torração 41

Figura 1.4: Distribuição valores hedônicos atribuídos, pelos consumidores, à amostra 4 para: a) aceitação do aroma e do sabor e valores da escala-do-ideal atribuídos à b) cor da bebida. 42

Figura 1.5: Superfícies de resposta e de contorno para a) L* (luminosidade), b) a* (vermelho-verde) e c) b* (amarelo-azul) para grão de café torrado. 48

Figura 1.6: Superfícies de resposta e contorno para a) L* (luminosidade), b) a* (vermelho-verde) e c) b* (amarelo-azul) para café torrado e moído. 51

Figura 1.7: Superfícies de resposta e de contorno para as médias dos resultados de pH da bebida de café robusta em diferentes graus de torração. 54

Figura 1.8: Superfícies de respostas para dos teores de a) açúcares redutores e b) açúcares totais da bebida de café robusta em diferentes graus de torração... 56

Figura 1.9: Superfícies de respostas para a porcentagem (em base úmida) de fenólicos no café robusta em diferentes graus de torração. 58

Figura 2.1: Notas da avaliação sensorial de *blends* de café arábica com café robusta. 74

Figura 2.2: Média das medidas de pH de *blends* de café arábica com café robusta. 75

Figura 2.3: Acidez titulável dos blends de café arábica com café robusta. 76

Figura 2.4: Porcentagem de açúcares redutores em blends de café arábica com café robusta 77

Figura 2.5: Média das porcentagens de fenólicos (em base úmida), nas amostras de *blends* de café arábica com café robusta. 78

Figura 2.6: Média de porcentagem de sólidos solúveis em amostras de *blends* de café arábica com café robusta. 80

Resumo geral

A variabilidade de preços que ocorre no agronegócio de café, ao mesmo tempo que gera problemas com a qualidade dos produtos, abre espaço para um assunto há muito discutido, mas pouco estudado: a utilização do café robusta no setor de cafés torrados e moídos em *blends* com o café arábica. Porém o preconceito existente com relação ao uso do café robusta nesse setor, devido às suas características organolépticas, cria uma necessidade de se otimizar a torração deste café antes de usá-lo num *blend*.

Com o objetivo de otimizar o processo de torração do café robusta (*Coffea canephora* Conillon), foi realizado um planejamento fatorial 2^2 com cinco níveis, resultando em 11 amostras, tendo como variáveis independentes a temperatura interna do tambor do torrador no início do processo e o tempo de torração, cujos máximos e mínimos ($-\alpha$, $+\alpha$) foram de 200 a 230°C e 15 a 29 min, respectivamente. As amostras foram submetidas a um teste de aceitação por 25 consumidores e os resultados apontaram as seguintes condições ótimas de torração: tempo variando de 22 a 28 min e temperatura de 225 a 230 °C. As notas para aceitação do aroma foram as que determinaram esta faixa ótima e variaram entre 6 e 7 na escala hedônica, indicando que os consumidores gostaram moderadamente do aroma destas amostras. Tais resultados foram confirmados pelo parecer de um provador e classificador profissional de café e ressaltam a neutralidade do café robusta e a viabilidade de sua utilização na formulação de *blends* com o café arábica sem comprometer o sabor e aroma característicos da bebida, com o objetivo de se reduzir o custo do produto final sem perda de qualidade.

A formulação se *blends* utilizou café robusta e café arábica com classificação de bebida riada. Os resultados da avaliação dos provadores profissionais mostraram que o *blend* com 20% de café robusta não alterou as características sensoriais da bebida se comparada com a de arábica 100%,

recebendo nota 4 (numa escala de 1a 5, sendo 1 = péssimo e 5 = ótimo). Usando até 50% de robusta no *blend* as notas e o conceito ficaram acima da média. A torração adequada para ambos os cafés não permitiu a sensação dos sabores medicinais, característicos da bebida riada, no arábica 100% e em nenhum *blend*.

Também foram realizadas determinações físicas, químicas e físico-químicas (cor instrumental, umidade, sólidos solúveis, pH, acidez total, açúcares redutores e totais e fenólicos totais) para se analisar o comportamento destas em função do grau de torração e da porcentagem de robusta nos *blends*.

General Summary

The variability of prices in the coffee trade leads to problems with product quality, but at the same time opens up some possibilities for a subject long discussed but little studied, that of the use of robusta coffee by the ground roasted coffee sector, in the form of blends with arabica coffee. However, due to a longtime bias against the use of robusta coffee by this sector, due to its organoleptic characteristics, there is a necessity to optimize the roasting process of robusta coffee, before using it in blends.

With the objective of optimizing the roasting process of robusta (*Coffea canephora* Conillon) coffee, a 2^2 factorial design with five levels was used, resulting in 11 samples, the independent variables being the internal temperature of the drum at the beginning of the process and the roasting time, whose maximum and minimum values ($-\alpha$, $+\alpha$) were from 200 to 230°C and from 15 to 29 minutes respectively. A Consumer Acceptance Test using 25 consumers was applied and the results indicated the following ranges as optimal: 22 to 28 min. and 225 to 230°C. The sample scores which determined these optimized ranges varied from 6 to 7 on the 9 point hedonic scale, indicating that the consumers moderately liked these samples. These results agreed with the report of a professional coffee taster and classifier and emphasized the neutrality of robusta coffee and the viability of its use in the formulation of blends with arabica coffee without undermining the flavour and aroma characteristics of the beverage, aiming at reducing costs without loss of quality.

In the formulation of the blends, robusta coffee was used together with arabica coffee whose beverage was classified as rioy. The results of the evaluation by professional tasters showed that the blend containing 20% robusta coffee did not alter the sensory characteristics of the beverage when compared with that of the 100% arabica sample, receiving a score of 4 (on a scale from 1 to 5, in which 1 = terrible and 5 = optimum). Using up to 50% robusta in the blend, the scores were

still above average. By the use of adequate roasting procedures for both types of coffee, the medicinal flavour, characteristic of rioy beverage, was not apparent either in the 100% arabica coffee or in any of the blends.

Physical, chemical and physicochemical analyses were also carried out (instumentally measured colour, moisture and soluble solids contents, pH, total acidity, total and reducing sugar contents and total phenolic content) in order to evaluate their behaviour as a function of the degree of roast and of the percent robusta in the blends.

Introdução

Desde o século XIX o café é considerado um produto nobre na agricultura brasileira, com grande importância sócio-econômica para o país. Porém, desde o início do ciclo do café até os dias atuais, o seguimento cafeeiro teve seus altos e baixos. Com a extinção do Instituto Brasileiro do Café (IBC), em julho de1989, e a falta de organização administrativa, o setor cafeeiro mostrou-se enfraquecido num primeiro momento, mas também serviu para que encontrasse seu próprio caminho. (RODRIGUES & FARRO, 1996)

Problemas com a instabilidade de preços e com a qualidade do café brasileiro vêm fazendo com que órgãos como a Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC), o Sindicato da Indústria de Café do Estado de São Paulo (Sindicafé), cooperativas da região sul do estado de Minas Gerais e norte do Espírito Santo, bem como o próprio governo deste último estado, se empenhem no sentido de melhorar a qualidade do café brasileiro, com preços que agradem tanto aos produtores, quanto aos torrefadores e consumidores, para ampliar o mercado consumidor brasileiro. Como exemplo, pode-se citar o "Zoneamento Agroecológico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo", um projeto da Secretaria de Estado da Agricultura com o objetivo de "levantar a potencialidade natural do estado para a cultura do café arábica e conillon, permitindo o conhecimento prévio das áreas mais apropriadas ao cultivo dessas espécies" (DADALTO e BARBOSA, 1997). Um outro exemplo é o projeto ABIC/PENSA, uma parceria da ABIC com a Faculdade de Economia e Administração (FEA) da Universidade de São Paulo (USP), que traça "estratégias para a indústria brasileira do café: preparando-se para o mercado de 15 milhões de sacas". (FARINA *et al.*, 1996)

Com a necessidade de se reduzir custos, o café robusta, antes utilizado somente pelo setor da cafés solúveis, vem aparecendo cada vez mais no setor de

cafés torrados e moídos em *blends* com o café arábica, uma vez que apresenta menores custos de produção, elevada produtividade, locais diferenciados de cultivo e maior rendimento por xícara. A tendência de preço do café robusta, no Brasil, é manter-se de 10 a 15% mais barato que os arábicas de média e baixa qualidade. Mas, ao se falar em qualidade, o café robusta ainda sofre bastante preconceito no setor de cafés torrados e moídos por ser um café neutro, não apresentando sabor e aroma característicos observados em bebidas de café arábica.

Em 1987 o extinto IBC apresentou um detalhado roteiro sobre a cultura do café robusta, que já vinha se mostrando economicamente importante, na tentativa de consolidar o "cientificismo e a profissionalização em torno do produto", como já ocorrera com o café arábica. (PAULINO *et al.*, 1987)

Embora existam estudos sobre o café robusta, muito pouco ainda se sabe sobre qual a melhor maneira de utilizá-lo em *blends*, quais características e propriedades químicas e sensoriais sofrem alterações de acordo com o grau de torração e qual a melhor maneira de torrá-lo. As diferenças agronômicas, de composição e tamanho deste café com relação ao arábica, sugerem que o café robusta deve ser torrado com tempo e temperatura diferentes daqueles para o café arábica. Estas informações podem aumentar o consumo desta espécie de café, pois a formulação de *blends* que mantenham ou melhorem a qualidade de bebidas de café arábica e reduzam o custo do produto final, farão com que este café deixe de ser visto com certo preconceito pelo setor de café torrado e moído, passando a ser uma alternativa visando um determinado seguimento de mercado.

Objetivos

Este trabalho teve o objetivo geral de otimizar a torração do café robusta, e estudar a formulação de *blends* deste com o café arábica de baixa qualidade (bebida riada), para melhorar a qualidade da bebida final.

Como objetivos específicos teve-se:

- a comparação dos resultados da análise sensorial de aceitação do consumidor com a avaliação de um degustador profissional, para otimizar o processo de torração do café robusta;

- estudar o comportamento de algumas propriedades físico-químicas e químicas, de acordo com o grau de torração, na tentativa de se obter parâmetros analíticos possíveis (cor, por exemplo) para caracterizar o melhor ponto de torração do café robusta, bem como, estudar o comportamento dessas propriedades nos diferentes *blends*.

Revisão Bibliográfica

1 - Coffea canephora

O *C. canephora* é originário das florestas tropicais das planícies da África, região de Guiné a Uganda e Angola. Hoje, é cultivado, principalmente, na Indonésia, Brasil, Vietnã, Costa do Marfim e Uganda, com produção mundial média nos últimos 5 anos de 27 milhões de sacas/ano, representando 28% da produção mundial total de café. (MATIELLO, 1998)

No Brasil, onde é vulgarmente conhecido por café robusta (*C. canephora* Conillon), o parque cafeeiro está atualmente em 846 milhões de pés (Tab.1). A maior parte das lavouras encontram-se nas zonas baixas do Espírito Santo, e uma menor quantidade em regiões vizinhas ao sul da Bahia, norte do estado do Rio de Janeiro e zona do Vale do Rio Doce em Minas Gerais. Na década de 70 regiões de Rondônia e Mato Grosso passaram a cultivar o café robusta, atingindo posteriormente regiões do Pará e Acre. Recentemente, vem sendo introduzido no litoral de Pernambuco e interior do estado de São Paulo. (MATIELLO, 1998)

Tabela 1: Parque cafeeiro de café robusta no Brasil.

Estados	*Parque cafeeiro (milhões de pés)*	*Safra atual média (mil sacas)*
Espírito Santo	600	3200
Rondônia	200	1100
Bahia	16	170
Minas Gerais	10	60
Mato Grosso	10	50
Rio de Janeiro	2	10
Outros	8	30
Total	**846**	**4720**

Fonte: MATIELLO, 1998.

* Este valor corresponde a 21% da área total do parque cafeeiro do Brasil.

A produção do café robusta gira em torno de 3,5 ton/ha (CAPOT, 1977) de café seco (e do café arábica, 2 ton/ha), sobre práticas agronômicas adequadas. A produção estimada atualmente, para o Brasil é de 4,5 milhões de sacas/ano. (TOLEDO e BARBOSA, 1998)

Os principais cultivares são: Kouillou (Conillon), Guarini, Robusta, Laurentii, Oka, Uganda, Crassifolia, Bukobensis, Ambrio, Cazengo.

O café robusta tem um desenvolvimento inicial mais lento e o período de floração e maturação bem maiores que do café arábica, porém, quando adulto apresenta maior porte, podendo chegar a 5m de altura e um maior número de frutos por roseta. AVILES *et al.*, 1983, verificaram que o período entre floração e colheita foi de 250 dias para o café arábica (variedade catuaí) e 315 dias para o robusta. Neste mesmo trabalho mostrou-se que o número de frutos por roseta no robusta foi de 13,5 e no arábica foi de 7. O tempo de geração da planta é de, no mínimo, 5 anos, tendo uma "vida útil" de 30 a 50 anos. (PAULINO *et al.*, 1987e CHARRIER & BERTHAUD, 1985)

A planta é um arbusto multicaule, que quando adulto possui, normalmente, mais de 20 a 30 hastes, com um sistema raticular bastante eficiente na absorção de nutrientes e de água do solo. Tal fato torna o café robusta menos susceptível a problemas com carência de nutrientes, sendo também tolerante a deficiências hídricas prolongadas, tornando-o adaptável a variadas condições climáticas. Além destas vantagens, este café apresenta menos problemas com a fermentação que o café arábica, pois possui uma polpa reduzida. (PAULINO *et al.*, 1987)

Os grãos de café robusta são, geralmente, menores (12-15g/100 grãos ou 2000-2500 grãos/300g), que os grãos de café arábica (18-22g/100 grãos), com forma arredondada. Porém estas características podem apresentar muitas variações (grãos pequenos, médios e grandes) e de formato arredondado ou comprido. Os frutos têm coloração variando do vermelho claro ao intenso, quando maduros, com ou sem estrias longitudinais. Com certa freqüência são encontrados frutos amarelos, que parecem ser menos produtivos que os vermelhos. O tempo

de maturação também é variável, podendo ser tardia, média ou precoce. (CHARRIER & BERTHAUD, 1985 e TOLEDO & BARBOSA, 1998)

Quanto a maturidade dos frutos na época da colheita, MATIELO & MIGUEL (1995) mostraram que a colheita de café robusta fora da época prejudica bastante sua qualidade. Com o objetivo de estudar o efeito da colheita sobre o aparecimento de defeitos verdes, preto verdes e o tipo do café, SILVEIRA & CARVALHO (1996) concluíram que a transformação de frutos verdes em defeito verde é tanto maior quanto for a porcentagem destes frutos na colheita. Porém, em algumas lavouras do Espírito Santo ainda colhe-se frutos verdes devido à tradição, maiores preços no início da safra e a preocupação com a broca.

A colheita do café robusta é feita através da derriça no pano ou em peneiras e o processamento é, predominantemente, por via seca em terreiros e/ou secadores, ou seja, de forma semelhante ao que acontece com o café arábica.

1.1 - Classificação do café robusta, no Brasil (TOLEDO, 1986)

A classificação de café robusta foi proposta por TOLEDO, em 1986, para o extinto IBC. Até então, não havia um critério de classificação unificado, o que tornava o processo bastante subjetivo, portanto, propôs-se a classificação por tipo e por bebida.

Na "Classificação por tipos" levou-se em conta que o café robusta apresenta, em sua maioria, defeitos semelhantes ao café arábica. Assim sendo, propôs-se a seguinte tabela, tendo como base amostras de 300g:

Tabela 2: Defeitos para Classificação por tipos de café robusta (TOLEDO, 1986)

Tipo	2	2/3	3	3/4	4	4/5	5	5/6	6	6/7	7	7/8	8	ab.8
n°defeitos	06	09	12	18	25	38	50	75	100	150	200	300	400	+400

Vale ressaltar que a definição de pontos referentes a cada defeito é igual a feita para o café arábica. Mas, sempre que o número de defeitos ultrapassar o limite de um tipo, o café passará para um tipo ou meio tipo imediatamente inferior, não havendo classificação por pontos entre um tipo e outro.

A "Classificação quanto à bebida" baseou-se nos critérios de prova adotados pelo Instituto Angolano de Café, sendo apresentada na tabela abaixo:

Tabela 3: Classificação de café robusta quanto à bebida. (TOLEDO, 1986)

Classe de bebida	**Qualidade**	**Classificação**
Característica	ótima	Padrão 1
Característica	boa	Padrão 2
Característica	regular	Padrão 3
Anormal	má	Abaixo do padrão

A bebida será considerada abaixo do padrão quando apresentar gosto anormal como: fermentação, mofo, terra e outros.

A relação entre o tipo e a qualidade da bebida mostra que: os cafés dos tipos 2 até 4/5 sempre apresentam bebida neutra característica limpa e de ótima qualidade; os cafés dos tipos 5 até 6/7 apresentam bebida característica boa e os de tipos inferiores a 6/7 apresentam bebida regular.

Quanto a classificação por peneiras, pode-se utilizar a mesma metodologia usada para o café arábica, considerando 30% a tolerância de mocas em lotes de cafés chatos.

Quanto ao teor de umidade, recomenda-se que o limite deste seja 12%.

Como exemplo de classificação, para ilustrar problemas de qualidade do café robusta produzido no Espírito Santo, SILVEIRA *et al.* (1996) realizaram um estudo com amostras de vários municípios do estado. Foram avaliados nas amostras: umidade dos grãos, peneira média, número de defeitos e tipo de café. Os resultados mostraram umidade de 13,66%, bem acima do limite aceitável, e tamanho médio das favas, medido pela peneira média, de 14,88. Quanto aos defeitos, os principais foram: grãos brocados, verdes, cochos e pretos, encontrados com incidência alta e muito alta em 87% dos municípios, resultando em café tipo 8. Tais fatos caracterizaram a precária situação da qualidade do café no Espírito Santo.

2 - O Processo de Torração de Café

Para se obter a bebida característica de café é necessário que os grãos verdes (café "cru") passem por um processo de torração, durante o qual transformações físicas e químicas ocorrerão, responsáveis pelo desenvolvimento do sabor e aroma tão particulares do café torrado. Depois de torrado, os grãos ainda devem ser moídos para garantir a melhor extração, por infusão, das substâncias (sólidos solúveis e voláteis) que comporão a bebida. (CHARRIER, 1985)

Durante o processo de torração, tempo e temperatura devem ser controlados de modo a serem suficientes para que as reações químicas ocorram,

sem que os grãos se queimem comprometendo o sabor do café. Em média, para torração de café arábica a temperatura é de 220°C por 12 a 15 min (RELVAS, 1997). De um modo geral, para a torração convencional, a faixa de temperatura usada é de 200 a 230°C, com a faixa de tempo variando de 12 a 20 min. Porém, estes valores podem variar muito, dependendo do grau de torração desejado (leve, médio ou escuro), do torrador utilizado, bem como da variedade do café, idade, umidade, etc.

O mecanismo de transferência de calor para o grão pode ocorrer de três maneiras em tipos diferentes de torradores:

- *processo à chama*: recipiente contendo o café, sob constante agitação, é colocado sobre chama. A transferência de calor se dá por condução através do contato da superfície metálica com o grão e entre os próprios grãos;

- *sobre área pré-aquecida*: cilindro horizontal giratório contendo o café é aquecido por ar quente, normalmente aquecido por resistência elétrica. A transferência de calor se dá por convecção em regime laminar, pelo contato do ar com o grão, e por condução;

- *fluidização*: num torrador vertical os grãos são fluidizados em corrente de ar quente, ou nitrogênio sob pressão. A transferência de calor é por convecção em regime turbulento.

O processo de torração pode ser dividido em três etapas: desidratação dos grãos, aumento de volume e reações de pirólise. (LERICI *et al.*, 1980a e PITTIA *et al.*, 1996)

A primeira etapa ocorre durante pouco menos da metade do tempo total, numa temperatura entre 100 e 104°C, com o aquecimento dos grãos promovendo a desidratação. As variações ainda são pequenas havendo uma diminuição da densidade, uma vez que, com o volume ainda constante ocorre pequena perda de

peso devido a desidratação. Há um pequeno escurecimento na superfície do grão, porém seu interior ainda se mantém claro.

Na segunda etapa, a desidratação continua, havendo também a liberação de gases (CO_2, como produto das reações pirolíticas que se iniciam) promovendo a expansão do grão. Com o aumento de volume e perda de peso a densidade diminui ainda mais. O escurecimento superficial indica o início da reação de caramelização.

Na terceira etapa, a umidade já se mantém constante. Com a umidade fixa, ocorre um sensível incremento nas mudanças das características: o grão se torna escuro, a temperatura aumenta devido a reação pirolítica que é exotérmica, percebe-se o aroma típico do café e a liberação de fumaça. Nos casos de torração muito escura nota-se a superfície brilhante do grão devido a liberação de óleos.

Findo o processo de torração, é necessário que na saída do torrador os grãos sejam resfriados para que se interrompa a reação de pirólise. Este resfriamento, normalmente, é feito por borrifo de água ou com ar frio.

O grau de torração é caracterizado pela cor do grão, pela perda de massa, pelo aroma e sabor desenvolvidos e pelas mudanças químicas de determinados componentes. PIZZIRANI *et al.* (1996) estudaram o comportamento de algumas características químicas e físico-químicas (composição química, cor, umidade, perda de peso, pH, rendimento) do café em diferentes graus de torração, bem com da bebida extraída desse café. ORTOLÁ *et al.* (1998), estudaram a influência da temperatura de torração sobre as propriedades físico-químicas (perda de peso, umidade, densidade aparente, aumento de volume, sólidos solúveis e acidez do extrato do café) de diferentes cafés, tendo como parâmetro do grau de torração a coloração do grão torrado, medida através das coordenadas CIE L*a*b*.

Para comparar com o método de torração tradicional, LERICI *et al.* (1985) estudaram o processo de "torração com alto rendimento" (*High-yield coffee*) com amostras de café arábica e café robusta. Este processo consiste em torrar o café

por menos tempo a temperatura elevada em regime contínuo, com o objetivo de se obter grãos com baixa densidade – condição primaria para se conseguir um café com alto rendimento. Os resultados das análises das características físicas mostraram redução da densidade do grão torrado tanto para o café arábica quanto para o café robusta, com valores bem próximos um do outro. Analisando-se os dois processos, confirma-se que a densidade do café torrado é tanto menor, quanto maior for a temperatura do grão atingida durante a torração.

Num estudo subseqüente (DALLA ROSA *et al.*, 1986) os autores analisaram a qualidade da bebida extraída tendo como parâmetro o valor do pH e concluíram que o processo *high-yield* leva à bebidas ligeiramente mais ácidas.

3 - Composição dos grãos de café verdes e torrados

A composição do café é variável, sendo as diferenças maiores entre as espécies e menores entre variedades da mesma espécie. Também influem na composição fatores como: clima, composição do solo, altitude da área de cultivo, tipo de processamento das cerejas, etc. Todos estes fatores tem influência na qualidade do café, indicando a influência da composição na qualidade.

Umidade

A medida da umidade depende do método utilizado, bem como das condições de estocagem do café. Valores aceitáveis de umidade para o café cru são de 11 e 13% e para o café torrado, de 2 a 3% (CLIFFORD, 1975a), embora CLARKE (1985a) reporte valores para a umidade do café torrado acima de 5%. A determinação e controle da umidade são fundamentais para se estabelecer as melhores condições de estocagem do produto.

Minerais

Além de depender da variedade, condições gerais de cultivo e processamento, a quantidade de minerais sofre influência de fertilizantes e aditivos usados durante o cultivo. No café cru, as cinzas correspondem de 3 a 4,5% (CLIFFORD, 1975a), em base seca, com predominância de potássio - 40% das cinzas - (CLARKE, 1985a). Não há relatos que relacionem os minerais com a qualidade do café.

Alcalóides

A cafeína, principal alcalóide presente no café, é encontrada em maior quantidade no café robusta – 1,6 a 2,4% - que no café arábica – 0,9 a 1,2% - (CLIFFORD, 1975a), não havendo perdas significativas com a torração. Está relacionada com o sabor amargo e seus efeitos estimulantes sobre nossa saúde são amplamente discutidos por pesquisadores, sendo que ainda não há consenso sobre o assunto.

A trigonelina está presente no café arábica cru na faixa de 1,0 a 1,2% e no robusta, de 0,6 a 0,74%. Com a torração ocorrem perdas de 50 a 80% desse alcalóide (CLIFFORD, 1975a). É precursor de componentes do aroma e está relacionada com a niacina e seu potencial vitamínico.

Outros alcalóides presentes no café são a teobromina e a teofilina.

Aminoácidos livres e proteínas

São encontrados na faixa de 0,15 – 0,25%, no café verde (WALTER,1970 citado por MACRAE, 1985), porém Tressl (citado por MACRAE, 1985), encontrou valores de 0,80% de aminoácidos totais para café robusta e 0,53% para o arábica.

Os aminoácidos são destruídos durante a torração escura, sendo de extrema importância na formação do aroma.

As proteínas, dependendo da metodologia utilizada, podem variar de 9,5 – 12,5% no café verde, em base seca, não havendo distinção entre café arábica e robusta. A torração causa diminuição considerável em proteínas solúveis em água.

Lipídios

Baseado nos resultados de diversos autores, CLIFFORD (1975a), reportou valores para os lipídios contidos no café cru, nas faixas de 12-18% para os Arábicas e 9-13% para os Robustas, sendo que de 70-80% dessas frações corresponde a triglicerídeos.

Os óleos extraídos do café, considerados comercialmente como fonte de aromas, têm sua composição e quantidades alteradas pelo processo de torração e extração.(FOLSTAR, 1985)

Ácidos

Os ácidos presentes no café são os carboxílicos alifáticos e também alguns acíclicos e heterocíclicos, juntamente com os ácidos clorogênicos e o ácido fosfórico.

Nas revisões de dados da literatura apresentados por CLIFFORD (1975a) e WOODMAN (1985), as quantidades de ácidos alifáticos contidos no café cru são as seguintes: 0,5% dos ácidos acético, butírico, cítrico, málico; 0,2% de propiônico e 0,4% de pirúvico e tartárico.

O processo de torração altera a quantidade de ácidos. Geralmente, quanto maior o grau de torração, menor a quantidade de ácidos. VITZTHUM citado por WOODMAN (1985), identificou 34 ácidos alifáticos no café torrado, a maioria presente em traços, sendo os ácidos em quantidade significativa o cítrico, málico, acético, lático e pirúvico. As perdas na torração podem chegar a mais de 50% para alguns ácidos, como reporta CLIFFORD (1975a).

A quantidade de ácidos também pode ser expressa na forma de acidez total, ou seja, acidez titulável em mililitros de NaOH por 100g de café. SABBAGH e YOKOMIZO (1976) encontraram valores máximos para a acidez total numa torração correspondente 15% de perda de peso. Os valores em ml NaOH 1N/100g de café nesse grau de torração foram os seguintes: para o café arábica bebida mole 150,4, bebida dura 154,2 e bebida riada 141,0 (para este café o valor máximo, 148,5, foi com 12% de perda de peso); para o café robusta a acidez total foi de 124,1 ml de NaOH 1N/100g.

A acidez, como uma das principais características sensoriais do café, está descrita no item **3.2**.

Carboidratos

Os carboidratos constituem cerca de 50% a 60% (em base seca) do total do café arábica cru (WOLFROM *et al.*, 1960), sendo que no café robusta esta quantidade é menor. Desse montante, de 10 a 16% correspondem aos oligossacarídeos (tri-, di- e monosacarídeos) e o restante aos polissacarídeos.

A sacarose é o oligossacarídeo presente em maior quantidade, sendo mais presente no arábica que no robusta. TRUGO e MACRAE (1982), fazendo uso de HPLC, encontraram 6,1% de sacarose no café arábica e 3,4%, no robusta (em base seca). TRESSL *et al.* citado por TRUGO (1985), usando CG, encontrou valores na faixa de 8,2-8,3% no arábica e 3,3-4,1% no robusta (em base seca).

WOLFROM *et al.* (1960), encontraram de 6 a 7% de sacarose, identificada através da cristalização da fração de etanol-água (95:5).

Alguns açúcares redutores aparecem em pequenas quantidades, como a glicose e frutose, e outros apenas em traços, como arabinose, rafinose, manose, galactose, ribose e ramnose. TRESSL *et al.* citado por TRUGO (1985) chegou a valores de 0,1% de açúcares redutores no café arábica e 0,5%, no robusta (em base seca).

O processo de torração, de média a escura, destrói progressivamente os monosacarídeos e rapidamente a sacarose. Esta sofre inicialmente uma desidratação seguida de hidrólise à açúcares redutores, os quais também sofrem desidratação, com posterior polimerização e degradação parcial a compostos orgânicos voláteis, água e CO^2 (CARVALHO et al., 1997). SABBAGH e YOKOMIZO (1976), chegaram a valores de 0,55-0,68% de açúcares redutores e de 0,85-1,13% de totais em cafés arábica e 0,72% de redutores e 1,64% de totais no café robusta.

Os polissacarídeos, importantes constituintes do café cru, correspondem a 40-50% em base seca. O estudo analítico e quantitativo desses polissacarídeos encontra dificuldades no isolamento e caracterização dos mesmos. A porcentagem de unidades de monossacarídeos nos polissacarídeos puros, presentes no café arábica cru são reportadas por TRUGO, 1985, como sendo: 20,8% de manose, 9,3% de galactose, 6,8% de glicose e 1,8% de arabinose.

Compostos Fenólicos

O principal grupo de compostos fenólicos presente no café é o dos ácidos clorogênicos (CGA), que inclui cerca de 10 outros compostos, entre eles os ácidos: cafeoilquínicos (CQA), dicafeilquínicos (diCQA), e feruloilquínicos (FQA).

Estão presentes em maior quantidade no café robusta - de 7 a 10% - que no arábica - de 5 a 7,5% (CLIFFORD, 1985b).

Através da análise da fração dos ácidos clorogênicos é possível distinguir diferentes cafés crus, como mostram BICCHI *et al* (1995), num trabalho de caracterização de cafés torrados e moídos, fazendo uso de HPLC-UV e Análise de Componente Principal, comparando os resultados químicos com resultados da Análise Sensorial. Neste trabalho chegou-se a discriminação entre cafés com mesma qualidade, porém de origem diferente, e entre *blends* de composições diferentes.

O processo de torração causa perda desses ácidos, e alguns autores (como MAIER e como OHIOKPEHAI citados por CLIFFORD, 1985b) relacionam esta perda como uma função linear da quantidade de matéria seca perdida.

A tabela seguinte mostra os principais constituintes dos grãos de café, numa comparação entre café arábica e robusta, verdes e torrados:

Tabela 4: Composição, em % de base de matéria seca, de cafés arábica e robusta, verdes e torrados.

	Arábica		Robusta	
Componentes	verde	torrado	verde	Torrado
Minerais	3,0-4,2	3,5-4,5	4,0-4,5	4,6-5,0
Cafeína	0,9-1,2	~1,0	1,6-2,4	~2,0
Trigonelina	1,0-1,2	0,5-1,0	0,6-0,75	0,3-0,6
Lipídios	12,0-18,0	14,5-20,0	9,0-13,0	11,0-16,0
ácidos clorogênicos	5,5-8,0	1,2-2,3	7,0-10,0	3,9-4,6
ácidos alifáticos	1,5-2,0	1,0-1,5	1,5-2,0	1,0-1,5
Oligossacarídeos	6,0-8,0	0-3,5	5,0-7,0	0-3,5
Polissacarídeos	50,0-55,0	24,0-39,0	37,0-47,0	
Aminoácidos	0,15-0,25	0	0,15-0,25	0
Proteínas	11,0-13,0	13,0-15,0	11,0-13,0	13,0-15,0

Fonte: (CLIFFORD, Part II, 1975)

A tempos que se vem tentando relacionar composição química do café com a qualidade do grão e da bebida.

Em 1954, SUBRAHMANYAN *et al.*, determinaram a composição química de 40 amostras de cafés arábicas e robustas da Índia, com o intuito de se definir padrões de qualidade para o café.

AMORIM *et al.* (1974a), analisou carboidratos totais solúveis em etanol, açúcares redutores e polissacarídeos solúveis em oxalato de amônio em cafés arábicas, do Brasil, de diferentes classificações. Concluiu que os açúcares livres contribuem para o gosto e aroma do café, e o fazem de maneira geral não conseguindo relacioná-los com a qualidade da bebida extraída. Na análise de compostos fenólicos (AMORIM *et al.*, 1974b) o teor de ácido clorogênico foi menor estatisticamente no café "mole", enquanto os fenóis hidrolisáveis apresentaram-se em menor quantidade no café "rio". A análise de proteínas solúveis (AMORIM *et al.*, 1974c) revelou que o café "rio" possui menor teor de proteína solúvel em NaOH 1%, que o café "mole" e "duro".

MENEZES e CLIFFORD (1987), determinaram a razão CQA:di-CQA durante a maturação de café arábica (do Brasil), com grãos processados por via seca e por via úmida. Sabendo-se que o di-CQA confere sabor e aroma desagradáveis à bebida e que o CQA reduz este efeito desagradável, a razão entre esses dois CGA torna-se um indicador, não só da maturidade, mas também da qualidade do café.

GUYOT *et al.* (1988) realizaram avaliações químicas em diversas amostras de café robusta em diferentes estados de maturidade, na tentativa de se determinar as variáveis que pudessem servir como critério de maturidade e/ou imaturidade do café. Concluíram que uma amostra imatura pode ser facilmente identificada pelo alto teor de ácido clorogênico, cafeína, trigonelina, arabinose e certos aminoácidos, tendo baixo teores de ácido oléico, de celulose e ausência de sacarose. Porém, outros estados de maturidade tornam-se mais dificilmente caracterizados, sendo que apenas a relação de ácidos graxos (C_{18-1}/C_{18-0}) e

açúcares (sacarose/arabinose) podem fornecer boas informações sobre maturidade.

3.1 - O aroma do café

O aroma do café, desenvolvido na torração, provém de compostos voláteis. Algumas classes desses compostos merecem especial interesse: compostos carbonílicos e fenólicos moderadamente voláteis (ponto de ebulição entre 100-220°C). Pertencentes a este último grupo, as pirazinas merecem destaque, pois tais compostos contém átomos de nitrogênio que podem ser protonados por ácidos tornando a molécula mais solúvel em água, o que reduz a concentração de pirazinas no *headspace* de voláteis. Tal fato acentua ainda mais a importância do pH na qualidade da bebida de café.

Como precursores do aroma tem-se os açúcares redutores, aminoácidos livres, trigonelina, ácidos clorogênicos e proteínas, sendo que a reação de Maillard e a degradação de Strecker são freqüentemente aceitas como responsáveis pela formação dos compostos de aroma. A pirólise de açúcares e polissacarídeos incrementam a gama de compostos voláteis, incluindo os carbonílicos alifáticos, álcoois e ácidos, furanos e dicetonas cíclicos. A interação desses compostos com fragmentos contendo nitrogênio aumentam a quantidade de pirazinas, piridinas, pirróis e, em alguns casos, imidazois. Outras reações, menos conhecidas e estudadas, também são importantes para a formação de compostos de aroma. (CLIFFORD, 1975b)

Novamente, associando-se a composição do café com sua qualidade, pode-se concluir, de acordo com a Tabela 4, que a melhor qualidade dos cafés arábicas em relação ao robusta sugere que a maior quantidade de açúcares e lipídios e a menor quantidade de ácidos clorogênicos e cafeína, predispõem uma

melhor qualidade de café. A maior concentração de açúcares e lipídios podem, simplesmente, favorecer a formação de compostos voláteis de aroma, ou modificá-los de alguma maneira. (CLIFFORD, 1975b)

3.2 - O sabor do café

As principais características da bebida de café, definidas para degustação, são: acidez, amargor, doçura, adstringência e corpo. À estas características estão associados compostos químicos responsáveis por cada sensação. A breve descrição destas características sensoriais, feita a seguir, contém dados das revisões realizadas por CLIFFORD, 1985 e CLARK, 1986.

A acidez está associada com prótons e, consequentemente, com doadores de prótons. A sensação produzida por um ácido inorgânico é majoritariamente uma função do seu grau de ionização, sendo que o ácido fosfórico é considerado a maior fonte de acidez na bebida de café. Ácidos orgânicos são geralmente mais fracos e sua contribuição sensorial é modificada pelos seus ánions. Os cafés arábicas são mais ácidos que o robusta, sendo que os cafés processados por via úmida são mais ácidos que os processados por via seca. A acidez, instrumentalmente medida pelo valor do pH da bebida, também é função do grau de torração. Há uma certa concordância de que os valores preferenciais de pH para o café arábica estão na faixa de 4,9-5,2 e para os café robusta, pH 5,0-5,8.

O amargor é atribuído, em parte, à cafeína (responsável por 10% do amargor) e alguns compostos heterocíclicos, peptídios, vários produtos da degradação dos ácidos clorogênicos e caramelização de açúcares. O amargor é desejado nas bebidas de café, porém deve ser equilibrado em cafés de melhor qualidade.

A doçura não é normalmente associada à bebida de café, uma vez os açúcares são quase que totalmente consumidos durante as reações na torração. Porém, uma pequena quantidade de sacarose pode estar presente em cafés mais finos, levemente torrados.

A adstringência não é um sabor, mas sim uma sensação bucal, freqüentemente confundida com amargor. É particularmente associada a presença de ácidos dicafeoilquínicos (diCQA), que são compostos adstringentes cuja característica é precipitar as proteínas salivares. O café robusta é mais adstringente que o arábica, e grãos de café provenientes de cerejas imaturas também são adstringentes, uma vez que possuem maior quantidade de diCQA.

A sensação de "corpo" está associada à viscosidade sentida na cavidade bucal, porém não havendo relação com a viscosidade da bebida medida em aparelhos. É função da presença de macromoléculas e relacionada a baixos níveis de fenólicos adstringentes.

Através de uma avaliação das características organolépticas de alguns clones de *coffea Canephora* na Costa do Marfim, LEROY *et al.*, (1991) mostraram, de um modo geral, notas intermediárias para corpo e amargor e pouca acidez. Neste mesmo estudo, o grau de torração como covariante não mostrou resultados significativos.

WILLIAMS *et al.* (1989), num amplo exame sensorial e analítico de cafés torrados e suas bebidas, com referência especial à maturidade do café, um café robusta maduro, proveniente do Brasil, caracterizou-se pela adstringência e pela alta sensação de corpo da bebida.

GUYOT *et al.* (1996), analisaram a influência do modo de preparo do café robusta cru na sua composição química e características organolépticas. Concluíram que com os modos de preparo por via úmida (com e sem tratamento enzimático) houve um aumento na acidez e na intensidade de aromas, mas, diminuição de amargor e corpo. De um modo geral o tratamento por via úmida

melhora a qualidade do café, o que já havia sido constatado por VINCENT *et al.* (1977).

4 - "Blends"

As variedades de espécies e os diversos tipos de café, cada qual com características próprias, podem gerar diversas combinações que podem resultar na melhoria da qualidade da bebida ou conferir-lhe um sabor diferenciado. Em outras palavras, definir esta combinação, ou o *blend*, " é a arte de combinar cafés com características complementares - acidez com doçura, muito encorpado com pouco encorpado, torra clara e torra escura, etc". (RELVAS, 1997)

A formulação de *blends* não segue uma metodologia tecnológica. Normalmente, são formulados por classificadores e provadores profissionais. O *blend* pode ser feito com os grãos verdes ou após terem sido torrados.

No manual "Café Básico" da ABIC/Sebrae (RELVAS, 1997), é sugerido, por exemplo, o seguinte *blend* : 20% de café robusta com características de corpo forte, cor intensa, aroma fraco e sabor neutro; 80% de café arábica Paraná com características de bebida rio, encorpado e baixa acidez. A bebida resultante apresenta corpo normal, acidez equilibrada, aroma intenso, com características de bebida dura.

LERECI *et al.* (1980a) estudaram o efeito da torração sobre a composição química de alguns *blends* de café arábica e café robusta, torrados conjuntamente, objetivando a condição ótima para se obter um melhor produto com menor custo de produção. Concluíram que os resultados da avaliação química não foram perfeitamente coerentes com a composição das amostras a 100%, por não se tratarem de misturas homogêneas. Constataram que na amostra de *blend* com

maior quantidade de café robusta foi necessário um maior tempo de torração, pois cada fase desse processo ocorreu com menor velocidade, implicando numa mudança de composição mais significativa.

É de se esperar que os cafés usados em *blends*, sendo cafés com características diferentes (como composição química, tamanho, umidade, e outras) sejam torrados separadamente para que possam desenvolver de forma completa suas melhores propriedades sensoriais. Por exemplo, numa mistura de grãos de tamanho variado, os menores torrarão mais rapidamente, podendo até queimar antes que os grãos maiores atinjam o grau de torração adequado para o pleno desenvolvimento do aroma e sabor, comprometendo dessa forma a bebida resultante do *blend*. Outro fator que pode comprometer o resultado de um *blend* é a umidade do grão cru, já que um grão mais úmido, geralmente mais novo, torrará mais lentamente que um grão com umidade menor. (CARVALHO, *et al.*, 1997)

CAPÍTULO 1

Otimização do Processo de Torração do Café Robusta

(Coffea canephora Conillon*)*

1.1 – Resumo

Com o objetivo de otimizar o processo de torração do café robusta (*Coffea canephora* Conillon), foi realizado um planejamento fatorial 2^2 com cinco níveis, resultando em 11 amostras, tendo como variáveis independentes a temperatura interna do tambor do torrador no início do processo e o tempo de torração, cujos máximos e mínimos ($-\alpha$, $+\alpha$) foram de 200 a 230°C e 15 a 29 min, respectivamente. As amostras foram submetidas a um teste de aceitação por 25 consumidores e os resultados apontaram as seguintes condições ótimas de torração: tempo variando de 22 a 28 min e temperatura de 225 a 230 °C. As notas para aceitação do aroma foram as que determinaram esta faixa ótima e variaram entre 6 e 7 na escala hedônica, indicando que os consumidores gostaram moderadamente do aroma destas amostras. Tais resultados foram confirmados pelo parecer de um provador e classificador profissional de café.

Foi analisado o comportamento das seguintes características e compostos em função do grau de torração: cor do grão e do pó de café, pH, acidez titulável, porcentagem de açúcares redutores e totais e de fenólicos. A luminosidade (L*) e as coordenadas cromáticas (a* e b*) do grão e do pó de café, assim como a porcentagem (em base úmida) de açúcares redutores e totais, diminuíram com o aumento do grau de torração. O pH diminuiu com tempo de torração inferior a 17 minutos e aumentou com tempos superiores e com o aumento de temperatura. A acidez titulável não apresentou nenhum comportamento definido em função do grau de torração. A porcentagem (em base úmida) de compostos fenólicos aumentou com o aumento do grau de torração.

A aceitação moderada do café pelos consumidores, bem como o parecer do provador profissional, ressaltam a neutralidade do café robusta e a viabilidade de sua utilização na formulação de *blends* com o café arábica sem comprometer o sabor e aroma

característicos da bebida, com o objetivo de se reduzir o custo do produto final sem perda de qualidade.

Summary

With the objective of optimizing the roasting process of robusta (*Coffea canephora* Conillon) coffee, a 2^2 factorial design with five levels was used, resulting in 11 samples, the independent variables being the internal temperature of the drum at the beginning of the process and the roasting time, whose maximum and minimum values ($-\alpha$, $+\alpha$) were from 200 to 230°C and from 15 to 29 minutes respectively. A Consumer Acceptance Test using 25 consumers was applied and the results indicated the following ranges as optimal: 22 to 28 min. and 225 to 230°C. The sample scores which determined these optimized ranges varied from 6 to 7 on the 9 point hedonic scale, indicating that the consumers moderately liked these samples. These results agreed with the report of a professional coffee taster and classifier.

The behaviour of the following characteristics and compounds was analysed as a function of degree of roast: colour of the coffee beans and of the ground coffee, pH, titratable acidity, reducing and total sugar contents and total phenolic content. The luminosity (L*) and the chromatic coordinates (a* and b*) of the beans and ground coffee, decreased with increase in degree of roast. The pH decreased with roasting times below 17 minutes and increased with times greater than 17 minutes and with increase in temperature. The titratable acidity showed no well defined behaviour as a function of degree of roast. The percent reducing and total sugars (wet weight) decreased with increase in degree of roast. The total phenolic content (wet weight) increased with increase in degree of roast.

The moderate acceptance of the coffee in the sensory analysis, together with the report of the expert, emphasized the neutrality of robusta coffee and the viability of its use in the formulation of blends with arabica coffee without undermining the flavour and aroma characteristics of the beverage, aiming at reducing costs without loss of quality.

1.2 - Introdução

O café é um produto nobre da agricultura brasileira desde o século XIX, sendo de grande importância sócio-econômica até os dias atuais. Porém a instabilidade de seu preço, principalmente nos períodos de entre-safra, quando ocorre significativo aumento no preço da saca, afeta diretamente a qualidade do produto oferecido ao mercado.

Neste contexto, o café robusta, antes utilizado somente pelo setor de cafés solúveis, está sendo incorporado cada vez mais no setor de cafés torrados e moídos em *blends* com o café arábica. A principal razão para este acontecimento é o fato do café robusta ser de 10 a 15% mais barato que os arábicas de média e baixa qualidade, devido a menores custos de produção, elevada produtividade, locais diferenciados de cultivo e maior rendimento por xícara.

No Brasil o parque cafeeiro de café robusta está atualmente em 846 milhões de pés, sendo que a maior parte das lavouras encontram-se nas zonas baixas do Espírito Santo (MATIELLO, 1998). Sob práticas agronômicas adequadas a produção do café robusta gira em torno de 3,5 ton/ha (CAPOT, 1977) de café seco e do café arábica, 2 ton/ha. Atualmente a produção estimada para o Brasil é de 4,5 milhões de sacas/ano (TOLEDO e BARBOSA, 1998).

A planta é um arbusto multicaule, que quando adulto possui, normalmente, de 20 a 30 hastes, com um sistema radicular bastante eficiente na absorção de nutrientes e de água do solo. Tal fato torna o café robusta menos susceptível a problemas com carência de nutrientes, sendo também tolerante a deficiências hídricas prolongadas, tornando-o adaptável a variadas condições climáticas. Além destas vantagens, este café apresenta menos problemas com a fermentação que o café arábica, pois possui uma polpa reduzida. (PAULINO *et al.*, 1987, CHARRIER & BERTHAUD, 1985)

Mas, ao se falar em qualidade, o café robusta ainda sofre forte preconceito no setor de cafés torrados e moídos, pois sendo um café neutro, não apresenta o sabor e aroma característicos das bebidas de café arábica. Tal fato não deve ser entendido como um defeito, mas tão somente como uma característica desse café.

O aroma e sabor do café dependem predominantemente da composição química do grão, que por sua vez depende de fatores genéticos, climáticos, altitude da área de cultivo e de fatores que podem ser controlados como a composição do solo, tipo de processamento das cerejas, além das melhorias genéticas. (CLIFFORD, 1975a, 1975b, 1985)

Uma vez controlados esses fatores, para que haja o melhor desenvolvimento do aroma e sabor da bebida é necessário que o processo de torração seja adequado ao tipo do café que está sendo torrado (CARVALHO, *et al.*, 1997). Para tal, temperatura interna do torrador e tempo de torração devem ser controlados de modo a serem suficientes para que as reações químicas ocorram, sem que os grãos se queimem comprometendo o sabor do café. De um modo geral, para a torração convencional, a faixa de temperatura usada é de 200 a 230°C, com a faixa de tempo variando de 12 a 20 min. Porém, estes valores podem variar muito, dependendo do grau de torração desejado (leve, médio ou escuro), do torrador utilizado, bem como da variedade do café, idade, umidade, etc. O grau de torração é caracterizado e monitorado pela cor do grão, pela perda de massa, pelo aroma e sabor desenvolvidos e pelas mudanças químicas de determinados componentes (LERECI *et al.*, 1980a, e PITTIA *et al.*, 1996). Algumas propriedades químicas e físico-químicas de diferentes cafés foram estudadas por PIZZIRANI *et al.* (1996), de acordo com o grau de torração, e por ORTOLÁ *et al*, 1998, de acordo com a temperatura de torração.

Embora existam estudos sobre o café robusta, muito pouco ainda se sabe sobre os parâmetros tecnológicos do processo de torração que tornariam este café melhor aceito pelos consumidores e, consequentemente, pelo setor de café

torrados e moídos. Para tal, este trabalho tem por objetivo otimizar o processo de torração do café robusta, através de testes de aceitação com consumidores e observar o comportamento de algumas características físicas e químicas em função do grau de torração, na tentativa de se obter parâmetros analíticos que caracterizem o melhor ponto de torração do café robusta.

1.3 – Metodologia

1.3.1 – Material

Matéria-prima

A matéria-prima consistiu de café robusta (*Coffea canephora* Conillon), proveniente da cooperativa Cooabriel de São Gabriel da Palha/ES, de tipo 6/7 e classificação de bebida com leve gosto de robusta, acidez baixa e corpo de regular a bom. Apresentou 10,6% de umidade. Este café foi processado por via seca, sendo da safra de 96/97.

1.3.2 – Métodos

Delineamento Experimental

As amostras de café torrado foram elaboradas segundo planejamento fatorial 2^2 , com cinco níveis ($-\alpha$, -1, 0, 1, α) (BARROS NETO et al., 1996), resultando em 11 tratamentos, tendo como variáveis independentes, a serem monitoradas, o tempo de torração e a temperatura interna do tambor do torrador no inicio do processo de torração. Tempo e temperatura variaram, respectivamente, de 15 a 29 minutos e de 200 a 230°C, conforme ilustrado na Tabela 1.1.

Tabela 1.1: Variáveis codificadas e decodificadas do planejamento experimental para otimização do processo de torração de café robusta.

	Codificadas		**Decodificadas**	
Ensaios	tempo	Temperatura	tempo(min)	Temperatura(°C)
1	-1	-1	17	204,3
2	1	-1	27	204,3
3	-1	1	17	225,7
4	1	1	27	225,7
5	0	0	22	215,0
6	0	0	22	215,0
7	0	0	22	215,0
8	-1,41	0	15	215,0
9	0	1,41	22	230,0
10	1,41	0	29	215,0
11	0	-1,41	22	200,0

As variáveis dependentes foram: aceitação pelos consumidores dos atributos sensoriais de aroma, sabor e cor da bebida; parâmetros instrumentais de cor do grão e do pó de café; pH da bebida; umidade, acidez titulável, açúcares redutores e totais, fenólicos e sólidos solúveis.

A análise dos resultados foi feita através da Metodologia de Superfícies de Resposta ou RSM (*Response Surface Methodology*). Para se compor os modelos ajustados, bem como as respectivas superfícies, foram considerados os parâmetros estatisticamente significativos, a $p \leq 0,05$, ou valores próximos a este. A validade dos modelos foi avaliada em função dos respectivos coeficientes de determinação da regressão, bem como através da análise da falta de ajuste realizada pela análise da variância.

- Torração:

600g de cada amostra foram preparadas, torrando-se 200g de café robusta por batelada, num torrador de tambor rotativo, elétrico, de laboratório, PROBAT-WERKE tipo RE 1, seguindo a ordem de sorteio dos ensaios.

- Embalagem:

As amostras foram embaladas a vácuo em embalagem de filmes compostos de plástico (PS e PE) e alumínio, para impedir perdas de aroma e contaminação do café com substâncias externas. Foram, então, armazenadas a temperaturas de aproximadamente -18°C, até o uso.

- Preparação da bebida:

Imediatamente antes de se proceder a análise sensorial, bem como as analises químicas e físico-químicas, cada amostra de café foi moída num moedor de facas, marca ROD-BEL S.A. Para a análise sensorial, a bebida foi preparada usando-se 100g de pó para cada 1l de bebida. Algumas recomendações que constam no guia "Café Básico" da "Coleção Café" da ABIC/SEBRAE (RELVAS, 1997) foram seguidas:

i) usar filtro de papel do mesmo tamanho do porta filtros;
ii) colocar o pó no filtro uniformemente sem compactá-lo;
iii) imediatamente antes da fervura, despejar a água sobre todo o pó e em seguida, despejá-la lentamente em fio, no centro do filtro;
iv) não prolongar a extração por mais que 4 a 6 minutos para que esta não seja excessiva, tornando o sabor do café desagradável.

Análise Sensorial

Primeiramente foi efetuado um teste de aceitação, a nível laboratorial (MEILGAARD *et al.*, 1987; STONE & SIDEL, 1985) com 25 consumidores recrutados junto a alunos e funcionários da Universidade Estadual de Campinas e selecionados em função do grau com que gostavam e consumiam a bebida café. Inicialmente, os consumidores avaliaram o aroma e sabor da bebida exprimindo através de uma escala hedônica (9 = gostei extremamente; 1 = desgostei extremamente) o quanto gostaram ou desgostaram das amostras. Para a avaliação da cor da bebida, os consumidores analisaram as amostras, respondendo através de uma escala-do-ideal (9 = extremamente mais escura que o ideal; 5 = ideal; 1 = extremamente mais clara que o ideal) o quanto cada amostra se afastava ou se aproximava do que os consumidores julgavam ser a cor ideal da bebida. Na avaliação do aroma e sabor, realizada em cabinas iluminadas com luz vermelha, as amostras (cerca de 30 ml) foram servidas em xícaras opacas com interior preto, codificadas com números de três algarismos. As amostras foram adoçadas pelos próprios consumidores segundo sua vontade. A avaliação da cor da bebida se deu em xícaras opacas com interior branco, codificadas com três algarismos, sob iluminação ambiente com luz fluorescente. Foram avaliadas três amostras por sessão, sendo que a ordem de apresentação das mesmas foi balanceada.

Posteriormente estas mesmas amostras foram avaliadas por um classificador e provador profissional de café (Reg. M.A.N. nº 49/BR e 5 092). A prova consistiu na degustação de uma infusão de 50g de café torrado em 100ml de água retirada imediatamente antes da fervura. O provador demonstrou sua preferência entre as amostras e teceu comentários seguindo critérios de avaliação para o café robusta (TOLEDO & BARBOSA, 1998).

Determinação de Cor

A cor dos grãos e do pó (grão moído) de cada tratamento foi determinada, usando-se Colorímetro ColorQuest II/Hunter Lab. A leitura foi realizada com o aparelho ajustado em reflectância, com especular incluída, utilizando-se padrão branco nº C6299 de 03/96. A configuração incluiu iluminante D65 e ângulo 10°. As leituras foram realizadas em sistema CIELAB (L*, a*, b*) (PITTIA et al.,1996, PIZZIRANI *et al*, 1996 e ORTOLÁ *et al*, 1998).

Umidade

A umidade de cada amostra de café torrado e moído foi determinada através do método 15.010-15.011 da A.O.A.C. (A.O.A.C., 1975a), que indica o teor de substâncias voláteis a 98°C.

Sólidos Solúveis

Os teores de sólidos solúveis de 3 amostras de café robusta representando uma torração muito clara, média e muito escura, foram determinados pelo método 15.014 da A..O.A.C. (A.O.A.C.,1980).

Determinação do pH

Para cada amostra de café robusta, foi medido o pH da mistura de 2,25g de pó de café torrado com 50 ml de água, a 25°C, em pHmetro MICRONAL B-374.

Análises Químicas

A acidez total de cada amostra foi determinada segundo o método 15.031 da A.O.A.C. (A.O.A.C. 1975b), que avalia a quantidade de hidróxido sódio equivalente ao teor de ácidos contidos na amostra.

As porcentagens de açúcares redutores e totais foram determinados pelo o método de Somogyi – Nelson (ASHWELL, 1975), que determina o teor de açúcares redutores e totais em café pela redução de sal de cobre em meio básico.

As porcentagens de fenólicos foram determinadas pelo Teste de Porter (PORTER *et al.*, 1986), um teste específico para proantocianidinas.

Todas as análises químicas e físico-químicas foram realizadas em triplicata, tendo como resultado a média das três medidas.

1.4 - Análise e Discussão dos Resultados

1.4.1 – Comportamento da temperatura interna do torrador durante o processo de torração

Para cada um dos 11 ensaios foi traçado o comportamento da temperatura interna do tambor do torrador. As temperaturas graficadas correspondem à média das três torrações para se conseguir a quantidade de amostra necessária para todas as análises. (A tabela com os dados de temperatura correspondentes a cada ensaio encontra-se no anexo 1).

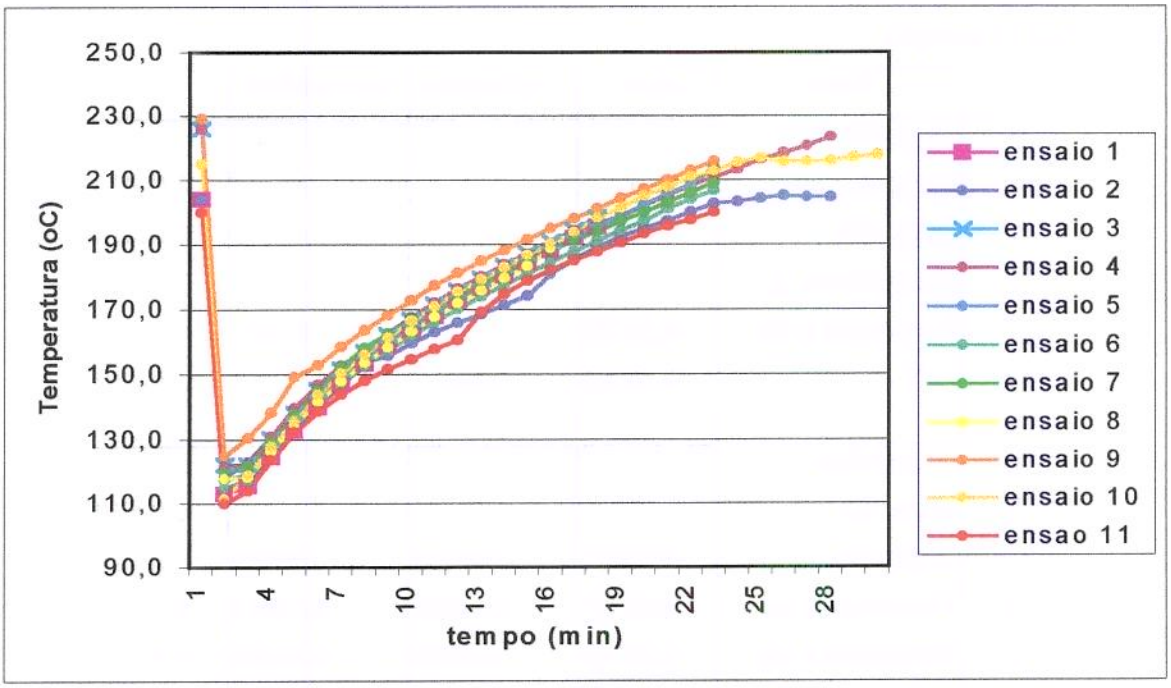


Figura 1.1: Comportamento da temperatura interna do torrador para cada um dos 11 ensaios de torração do café robusta.

Observando a Figura 1.1, nota-se que os ensaios 2, 4 e 10 destacam-se dos demais por apresentarem maior tempo de torração. O ensaio 9 destaca-se pela maior temperatura, enquanto que os demais ensaios apresentam um comportamento de temperatura muito similar. Assim sendo, embora a temperatura inicial de torração tenha sido diferente, no decorrer do processo esta se comportou de maneira semelhante em quase todos os ensaios. Esse comportamento é mais uma característica do torrador do que propriamente do processo.

1.4.2 - Influência do grau de torração na aceitação da bebida

A Tabela 1.2 mostra os efeitos das variáveis independentes sobre a aceitação do aroma, sabor e cor da bebida café:

Tabela 1.2 : Estimativa dos efeitos e coeficientes das regressões preditivas da aceitação do AROMA, SABOR e COR da bebida, através das variáveis codificadas, associados ao tempo e temperatura de torração.

	Fator	efeito	Coeficiente	erro padrão	p
A	Int. principal*	5,72000	5,72000	0,06928	0,00015
R	tempo (L)	1,31841	0,65920	0,04243	0,00412
O	tempo (Q)	-1,22000	-0,61000	0,05050	0,00678
M	Temperatura (L)	0,54243	0,27121	0,04243	0,02361
A	Temperatura (Q)	-0,22000	-0,11000	0,05050	0,16126
	t x T	0,12000	0,06000	0,19816	0,42265
S	Int. principal	4,41333	4,41333	0,25333	0,00328
A	tempo (L)	1,88882	0,94441	0,15513	0,02594
B	tempo (Q)	-0,62333	-0,31167	0,18465	0,23348
O	Temperatura (L)	0,36071	0,18036	0,15513	0,36497
R	Temperatura (Q)	0,07667	0,03833	0,18465	0,85476
	t x T	0,74000	0,37000	0,21939	0,23375
C	Int. principal	4,32000	4,32000	0,12220	0,00080
O	tempo (L)	2,07066	1,03533	0,07483	0,00518
R	tempo (Q)	-0,79000	-0,39500	0,08907	0,04727
	Temperatura (L)	0,14172	0,07086	0,07483	0,44365
	Temperatura (Q)	-0,21000	-0,10500	0,08907	0,35971
	t xT	0,18000	0,09000	0,10583	0,48466

* Interação principal

L – efeito linear

Q – efeito quadrático

Como pode ser observado na Tabela 1.2, os parâmetros linear e quadrático da variável tempo e linear da variável temperatura influem significativamente ($p \leq 0,05$) sobre a aceitação do aroma da bebida. O parâmetro linear da variável temperatura sendo positivo, indica que o aumento dessa variável, dentro da faixa de temperatura estudada neste trabalho, contribui para o aumento da aceitação do aroma. No caso da variável tempo, enquanto o termo linear é positivo o termo

quadrático é negativo, indicando que um tempo excessivo de torração pode diminuir a aceitação do aroma. De fato, segundo comentários dos consumidores, a amostra 10, a de maior tempo de torração, apresentou aroma "queimado", considerado indesejável.

A análise dos efeitos da temperatura e do tempo de torração sobre a aceitação do sabor e da cor da bebida (Tabela 1.2) mostraram que a temperatura não influi significativamente ($p > 0,05$) sobre asses atributos sensoriais. Este fato pode ser explicado pelo comportamento da temperatura interna no tambor do torrador (Figura 1.1), segundo o qual, embora os valores de temperatura inicial variassem, no decorrer do processo assumiam valores muito próximos, independentemente do tratamento em questão. O aroma, produzido na terceira etapa do processo de torração, provém de compostos moderadamente voláteis, mais sensíveis a pequenas variações de temperatura que os compostos de sabor. Por esse motivo o parâmetro linear da variável independente temperatura se mostrou significativo ($p \leq 0,05$) sobre a aceitação do aroma.

Por outro lado, o parâmetro linear de tempo foi significativo ($p \leq 0,05$) na aceitação do sabor e sendo um termo positivo, indica que o aumento do tempo de torração contribui para maior aceitação do sabor da bebida. Com relação à cor da bebida, embora o parâmetro linear de tempo fosse positivo, o termo quadrático foi negativo, mostrando que um aumento excessivo deste pode diminuir a aceitação da cor.

Um novo modelo foi ajustado para cada um dos atributos sensoriais, incluindo apenas os parâmetros que se mostraram significativos a $p \leq 0,05$.

Tabela 1.3: Modelos ajustados para as respostas dos atributos sensoriais.

Respostas	Modelo	R^2	P (lack of fit)
AROMA	$- 14.103 + 1.16t - 0.023t^2 + 0.026T$	0.80	0.05
SABOR	$0.032 + 0.190t$	0.71	0.39
COR DA BEBIDA	$- 7.543 + 0.861t - 0.015t^2$	0.96	0.62

t = tempo (min)

T = temperatura (°C)

Lack of Fit = Falta de ajuste

A Tabela 1.3 mostra que os modelos ajustados para a aceitação do aroma, sabor e cor da bebida apresentam coeficiente de determinação da regressão de 80%, 71% e 96%, respectivamente. O coeficiente de regressão para o modelo preditivo da cor da bebida é bastante alto, porém os referentes aos modelos para aceitação do aroma e do sabor também são satisfatórios, considerando-se que as variáveis dependentes são medidas sensoriais hedônicas, as quais, por natureza, mostram razoável variação. Somente o modelo preditivo relativo à aceitação do aroma apresentou falta de ajuste significativa (p = 0,05), o que não compromete a utilização do modelo ajustado, pois o intuito deste trabalho é apenas otimizar o processo e não estabelecer o exato comportamento afetivo dos consumidores em função das variações do processo de torração. Ajustar um modelo envolvendo medidas de aceitação por parte do consumidor apresenta reconhecidas dificuldades em função da natural variabilidade das respostas.

De acordo com os modelos ajustados, foi construída uma superfície de resposta para a aceitação do aroma (Figura 1.2), enquanto que para sabor e cor foram traçadas as curvas mostradas na Figura 1.3.

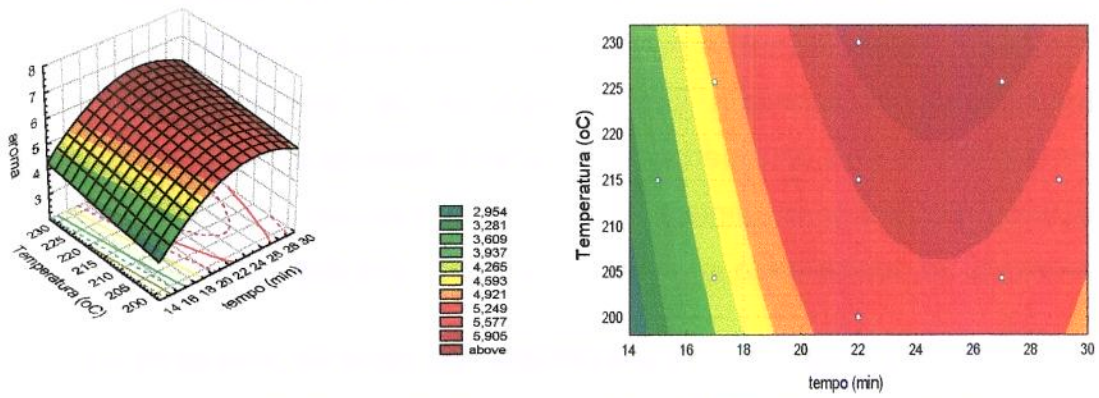
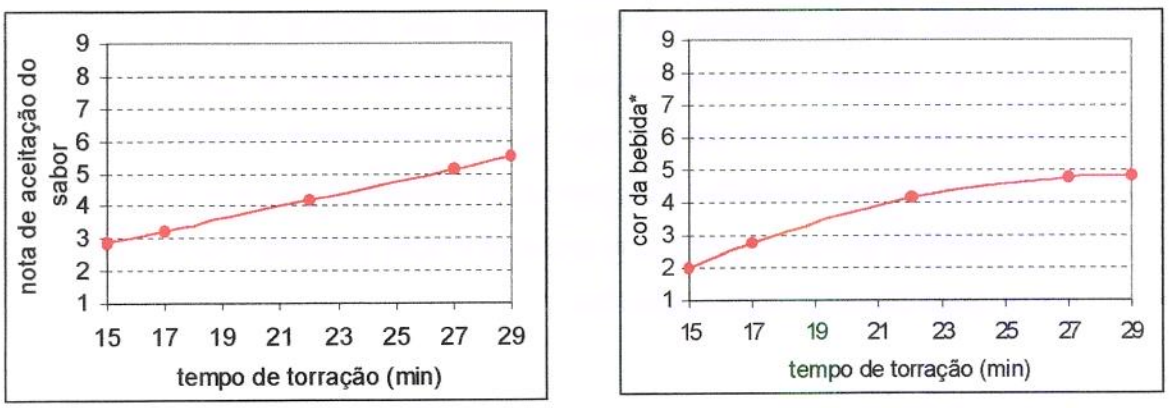


Figura 1.2: Superfície de resposta e de contorno para a avaliação do atributo sensorial aroma da bebida.



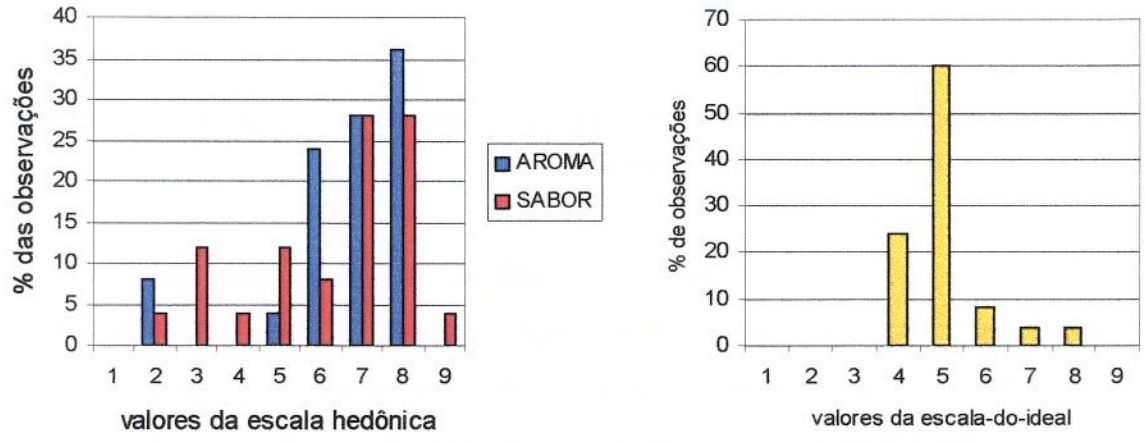
a) b)

Figura 1.3: Curvas dos modelos de aceitação: a) do sabor e b) proximidade da idealidade da cor da bebida, em função do tempo de torração

De acordo com a Figura 1.2 pode-se observar que pela superfície correspondente aos resultados da aceitação do aroma foi possível estabelecer uma faixa ótima para o processo, correspondente ao tempo de torração de 22 a 28 minutos e temperatura inicial do tambor do torrador de 225 a 230°C. A Figura 1.3b confirma que entre 27 28 minutos de torração a cor da bebida foi considerada ideal (5 na escala) pelos os consumidores e a aceitação máxima do sabor foi atingida para um tempo de 28 minutos de torração. Assim sendo, poderia se considerar a variação de 27 a 28 minutos como faixa ótima de tempo de torração.

Mas, como o interesse na otimização da torração do café robusta é seu uso em *blends* com o café arábica, a cor da bebida de café robusta deixa de ser um parâmetro determinante na escolha da melhor faixa de torração. Desta forma, a faixa ótima determinada pelas respostas de aceitação do aroma pelos consumidores será considerada como a faixa ótima de torração. As respostas para aceitação do sabor das amostras que se encontram dentro desta faixa ótima foram próximas da neutralidade, ou seja, "nem gostei nem desgostei" (Tabela 1.4).

Embora exista um certo preconceito, por parte de produtores e torrefadores, com relação a aceitação do café robusta pelo consumidor, o presente trabalho revela que com o café torrado na faixa ótima do processo, a bebida resultante (amostra 4) apresentou aceitação média de aroma e sabor situados entre 6 e 7 da escala hedônica. Estes valores correspondem aos termos da escala "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente". Ao se avaliar a distribuição dos consumidores, em função dos valores que estes atribuíram à amostra 4 (Figuras 1.4a e 1.4b), verifica-se que 64% deles gostaram moderadamente ou mais (valor 7 na escala hedônica) do aroma da citada amostra e 60% gostaram moderadamente ou em maior grau do sabor dessa amostra.



a) b)

Figura 1.4: Distribuição valores hedônicos atribuídos, pelos consumidores, à amostra 4 para: a) aceitação do aroma e do sabor e valores da escala-do-ideal atribuídos à b) cor da bebida.

Tabela 1.4: Valores médios de aceitação das amostras de bebida de café robusta, atribuídos pelos consumidores, em diferentes graus de torração.

amostras	AROMA[1]	SABOR[1]	COR[2]
1	$3,96^{cd}$	$3,24^{cde}$	$2,68^{cd}$
2	$5,60^{ab}$	$4,92^{ab}$	$4,52^{ab}$
3	$4,8^{4bcd}$	$3,08^{de}$	$2,84^{c}$
4	$6,72^{a}$	$6,24^{a}$	$5,04^{a}$
5	$5,72^{ab}$	$4,76^{b}$	$4,08^{b}$
6	$5,6^{ab}$	$3,92^{bcde}$	$4,40^{ab}$
7	$5,84^{ab}$	$4,56^{bc}$	$4,48^{ab}$
8	$3,6^{d}$	$2,6^{e}$	$2,08^{d}$
9	$5,28^{bc}$	$4,36^{bcd}$	$4,12^{b}$
10	$4,84^{bcd}$	$4,52^{bc}$	$5,08^{a}$
11	$5,16^{bc}$	$4,16^{bcd}$	$4,20^{b}$

Médias com letra(s) em comum não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.

1) valores da escala hedônica: 1=desgostei extremamente; 5=nem gostei nem desgostei; 9=gostei extremamente.
2) Valores da escala-do-ideal: 1=extremamente mais clara que o ideal; 5=ideal; 9=extremamente mais escura que o ideal.

A avaliação do provador profissional confirmou os resultados do teste de aceitação pelo consumidor, pois a amostra escolhida por ele como a melhor foi a amostra 4, a que obteve maior média de aceitação entre os consumidores. Segundo o provador profissional, esta amostra apresentou o aroma mais agradável, a bebida foi considerada "limpa", ou seja, sem a interferência de defeitos, classificada com "médio gosto de conillon", o que a torna ideal para formulação de *blends* devido ao sabor e aroma neutros.

A amostra 10, já fora da faixa ótima, apresentou "forte aroma e sabor de conillon", podendo ser perseptível em *blends* numa concentração superior a 10%. Segundo resultados obtidos pelo teste com os consumidores, esta amostra teve média de aceitação entre "desgostei ligeiramente" e "nem gostei nem desgostei".

A amostra 9 (dentro da faixa ótima) e a amostra 2 (fora da faixa ótima), foram consideradas boas pelo provador profissional, porém ainda um pouco claras. Os consumidores segundo as médias de aceitação, apreciaram mais o

aroma que o sabor dessas bebidas, com conceitos entre "nem gostei nem desgostei" e "gostei ligeiramente".

As amostras 5, 6 e 7, correspondentes aos pontos centrais, foram consideradas, pelo provador profissional, dentro do ponto ideal para a prova de xícara convencional, sendo que, para os consumidores, encontram-se ligeiramente mais claras que o ideal. O provador profissional não identificou nenhuma diferença entre estas amostras. Segundo os consumidores, o aroma foi ligeiramente apreciado, mas o sabor obteve média de aceitação entre "nem gostei nem desgostei" e desgostei ligeiramente. A amostra 11 obteve avaliação semelhante.

Segundo o provador profissional as amostras 1, 3 e 8, as menos torradas, foram consideradas cruas, sendo a amostra 8 a pior delas. Do mesmo modo, os consumidores rejeitaram essas amostras em todos os atributos avaliados (Tabela 1.4).

Não foi encontrado na literatura nenhum trabalho no qual um teste de aceitação por consumidores fosse aplicado às amostras de café robusta e, nem mesmo, de café arábica, o que torna impossível uma comparação de resultados. O que se encontra são estudos de avaliação do café quanto às suas características organolépticas, avaliadas por provadores treinados. LEROY *et al.* 1989, avaliando clones de *coffea Canephora* na Costa do Marfim, obtiveram para algumas amostras notas de conceito que exprimiam a aprovação por parte dos degustadores. GUYOT et al. 1996, mostraram que o tratamento do café robusta por via úmida melhora sua qualidade, sendo dadas à maioria das amostras conceitos entre 3,5 e 3,8 (numa escala de 1 a 5), demonstrando a apreciação dos degustadores.

Os resultados deste trabalho, bem como os dados da literatura citada, demonstram a viabilidade do uso do café robusta na formulação de *blends* para o setor de cafés torrados e moídos.

1.4.3 - Determinação da Cor dos Grãos e do Pó de Café

Caracterizar uma faixa ótima do processo de torração considerando-se apenas tempo de torração e temperatura interna do torrador pode não ser um procedimento reprodutível, uma vez que estes dados podem variar de acordo com o tipo de torrador e principalmente com a escala do processo. Porém, outros parâmetros, como a cor do grão torrado ou a perda de massa durante o processo, podem ser usados para se caracterizar a melhor faixa para um grau de torração ótimo para determinado café. Assim sendo, os valores para a luminosidade e coordenadas cromáticas encontradas dentro da faixa ótima de torração determinada no item anterior, poderão servir de parâmetro este grau ótimo de torração em diferentes torradores.

Os resultados das medições, tanto para o grão torrado como para o pó de café, encontram se no anexo 2 (Tabela A.2) Com estes resultados, fez-se o estudo dos efeitos dos parâmetros (Tabela 1.5), primeiramente analisando as componentes da cor (L*, a*, b*) do grão.

Os efeitos negativos dos parâmetros significativos ($p \leq 0,05$), todos lineares, evidenciam o fato da luminosidade diminuir linearmente com o aumento de tempo e temperatura de torração. O mesmo ocorre com as coordenadas cromáticas a* e b*, fazendo com que estas se encontrem numa região do plano cromático mais próxima do centro o que significa uma coloração com as coordenadas cromáticas menos definidas, havendo maior influência de uma cor sobre a outra, resultando numa coloração marrom.

Tabela.1.5 : Estimativa dos efeitos e coeficientes das regressões preditivas da variação de luminosidade (L*) e coordenadas cromáticas a* (vermelho-verde) e b* (amarelo-azul) do grão torrado em função do tempo e temperatura de torração, para as variáveis codificadas.

	Fator	Efeito	Coeficiente	erro padrão	P
L*	Int. principal	40,66333	40,66333	0,01910	0,00002
	tempo (L)	-6,19431	-3,09712	0,11696	0,00142
	tempo (Q)	0,98667	0,49333	0,13921	0,07122
	Temperatura (L)	-1,74933	-0,87467	0,11696	0,01742
	Temperatura (Q)	0,03167	0,01583	0,13921	0,91983
	t x T	-1,69500	-0,84750	0,16540	0,03604
a*	Int. principal	4,55667	4,55667	0,07535	0,00027
	tempo (L)	-2,34446	-1,17223	0,04614	0,00155
	tempo (Q)	-0,38792	-0,19396	0,05492	0,71667
	Temperatura (L)	-0,75391	-0,37695	0,04614	0,14656
	Temperatura (Q)	-0,02292	-0,01146	0,05492	0,85405
	t x T	-0,53000	-0,26500	0,06526	0,05563
b*	Int. principal	6,92333	6,92333	0,23667	0,00117
	tempo (L)	-5,85579	-2,92789	0,14493	0,00244
	tempo (Q)	0,38042	0,19021	0,17250	0,38512
	Temperatura (L)	-1,77273	-0,88637	0,14493	0,25708
	Temperatura (Q)	0,11542	0,05771	0,17250	0,76980
	t x T	-1,48000	-0,74000	0,20496	0,06888

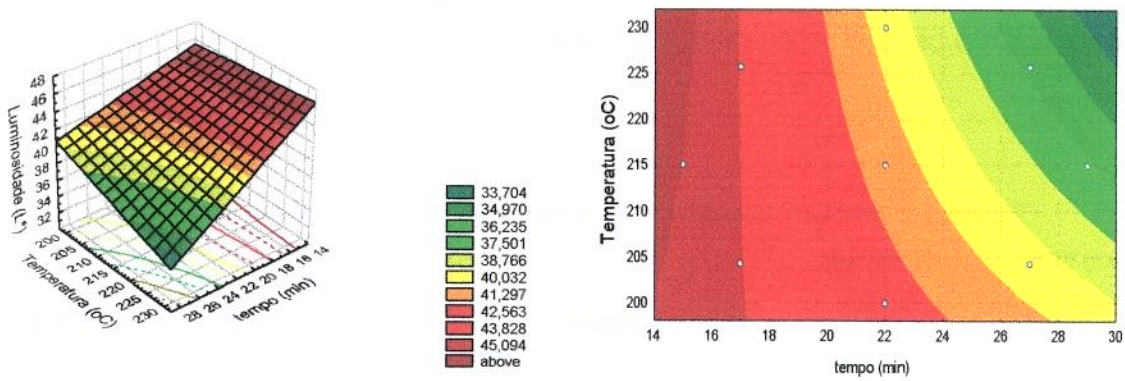
PIZZIRANI, *et al.* 1996 e PITTIA, *et al.*, 1996, apresentaram resultados com comportamento semelhante para a cor de grão de café arábica, variedade Santos, em diversos graus de torração. Com o aumento do grau de torração ambos constataram a diminuição da luminosidade (L*) e da coordenada cromática b* (+b* amarelo, -b* azul), mas com relação à coordenada a* os resultados mostraram que esta passa da zona verde (café cru) para a vermelha (numa torração média) e depois tende a voltar para a zona de coloração verde (torração escura), porém já com a coordenada b* e a luminosidade menores. Essa diferença no comportamento da coordenada a*, se deve principalmente a coloração do café cru, que por sua vez depende não só da variedade estudada, como também da idade dos grãos, tipo de processamento, etc.

Um novo modelo foi ajustado para a luminosidade e coordenadas cromáticas (Tabela 1.6), levando-se em consideração os parâmetros significativos a $p \leq 0,05$ e os que se aproximaram deste valor.

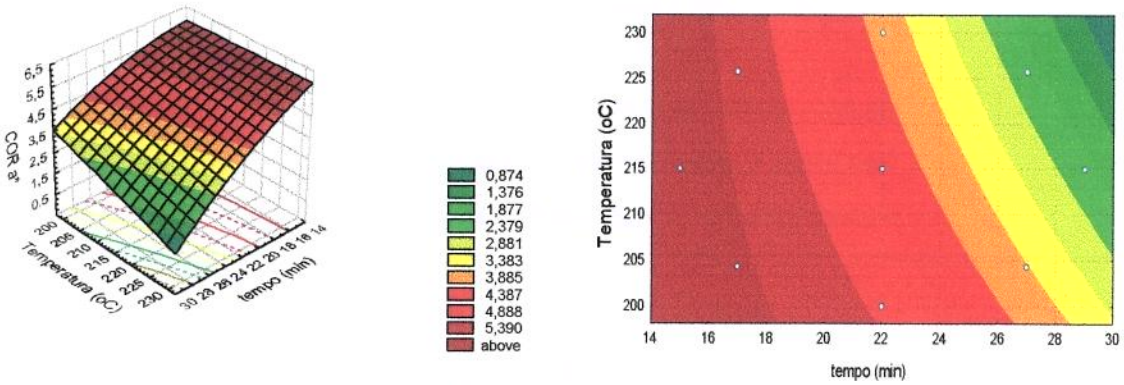
Tabela 1.6: Modelos ajustados para luminosidade (L*) e coordenadas cromáticas (a* e b*) dos grãos de café torrados.

Respostas	Modelo	R^2	p (lack of fit)
GRÃO			
L*	6.716 + 1.905t + 0.02t2 + 0.267T – 0.016txT	0.95	0.08
a*	- 9.806 + 1.167t – 0.0.8t2 + 0.073T – 0.005txT	0.95	0.09
b*	- 27.514 + 2.386t + 0.221T – 0.01txT	0.95	0.21
PÓ			
L*	86.069 – 0.78t – 0.119T	0.95	0.21
a*	- 17.696 + 1.563t + 0.144T – 0.009txT	0.93	0.12
b*	- 8.491 + 2.068 + 0.169T – 0.013txT	0.97	0.12

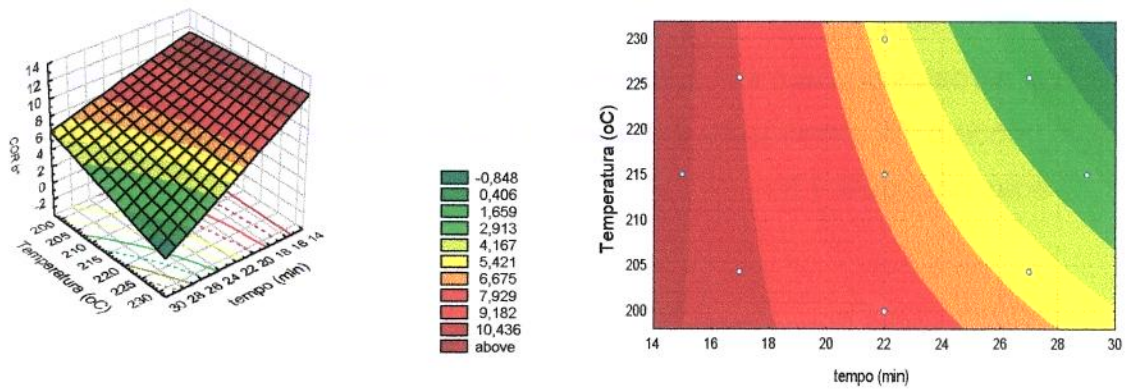
Os coeficientes de determinação, tanto para os modelos preditivos de L*, como para a* e b* da cor do grão, foram bastantes altos (95%) mostrando a validade de cada regressão. Em complementação, a falta de ajuste não foi significativa para nenhum modelo ($p > 0.05$). Todos estes resultados fazem com que os modelos possam ser considerados altamente preditivos. Assim sendo, para cada modelo foi construída a respectiva superfície de resposta, as quais são ilustradas na Figura 1.5.



a)



b)



c)

Figura 1.5: Superfícies de resposta e de contorno para a) L* (luminosidade), b) a* (vermelho-verde) e c) b* (amarelo-azul) para grão de café torrado.

Baseando-se nos resultados para a faixa ótima de torração determinada no item 1.4.2, através da observação das Figuras 1.5a, 1.5b e 1.5c, representantes dos modelos preditivos, chega-se às seguintes faixas dos componentes da cor do grão de café robusta em seu grau ótimo de torração: L* variando entre 36,24 e 41,30, a* entre 1,88 e 4,39 e b* entre 1,66 e 6,68.

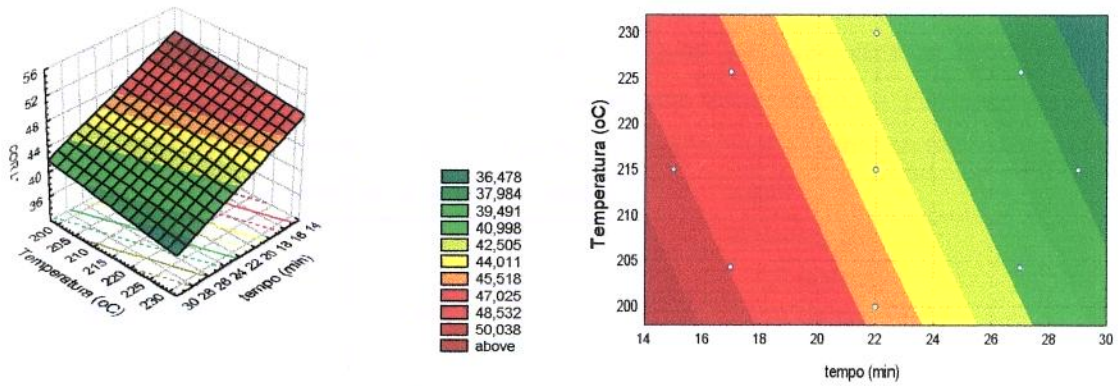
A avaliação das medições para o pó de café foi procedida levando-se em conta os mesmos critérios usados na avaliação das componentes da cor do grão torrado. Os dados referentes aos efeitos das variáveis tempo e temperatura de torração encontram-se na Tabela 1.7.

Tab.1.7 : Estimativa dos efeitos e coeficientes das regressões preditivas da variação de luminosidade (L*) e coordenadas cromáticas a* (vermelho-verde) e b* (amarelo-azul) do pó de café, em função do tempo e temperatura de torração, para as variáveis codificadas.

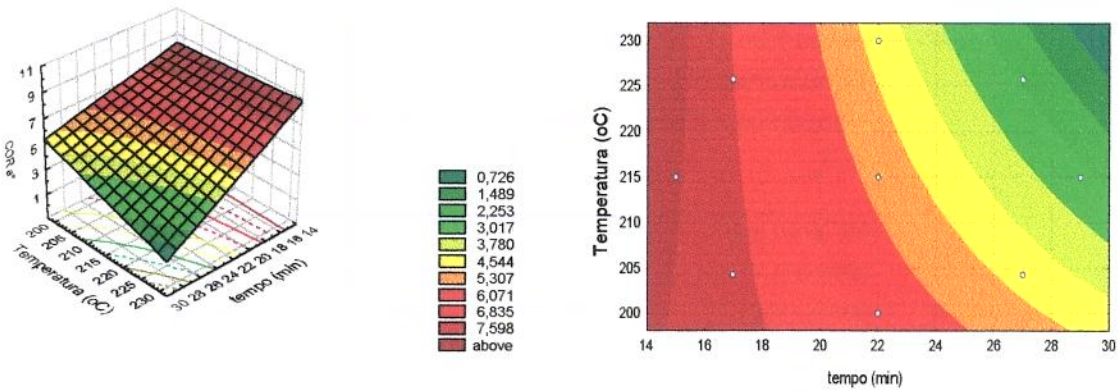
	Fator	efeito	Coeficiente	erro padrão	p
L*	Int. principal	42,60667	42,60667	0,28480	0,00005
	tempo (L)	-7,79538	-3,89769	0,17440	0,00200
	tempo (Q)	1,23583	0,61792	0,20758	0,09675
	Temperatura (L)	-2,52840	-1,26420	0,17440	0,01851
	Temperatura (Q)	0,76583	0,38292	0,20758	0,20639
	t x T	-1,04000	-0,52000	0,24664	0,16953
a*	Int. principal	7,14333	7,14333	0,10171	0,00020
	tempo (L)	-2,74349	-1,37175	0,62283	0,00206
	tempo (Q)	-0,48083	-0,24042	0,07413	0,08336
	Temperatura (L)	-0,94944	0,47472	0,06228	0,06781
	Temperatura (Q)	0,38417	0,19208	0,07413	0,12223
	t x T	-0,91500	-0,45750	0,88081	0,03511
b*	Int. principal*	10,84333	10,84330	0,20169	0,00035
	tempo (L)	-7,52292	-3,76146	0,12351	0,00108
	tempo (Q)	0,50167	0,25083	0,14700	0,23007
	Temperatura (L)	-2,05443	-1,27217	0,12351	0,00929
	Temperatura (Q)	0,80667	0,04033	0,14700	0,11113
	t x T	-1,04050	-0,70250	0,17467	0,05662

Da mesma forma que ocorre com os grão torrados, os efeitos negativos dos parâmetros significativos, a $p \leq 0,05$ e valores próximos a este, todos lineares, demonstram que o aumento do grau de torração causa uma diminuição na luminosidade (L*) e coordenadas cromáticas do pó de café.

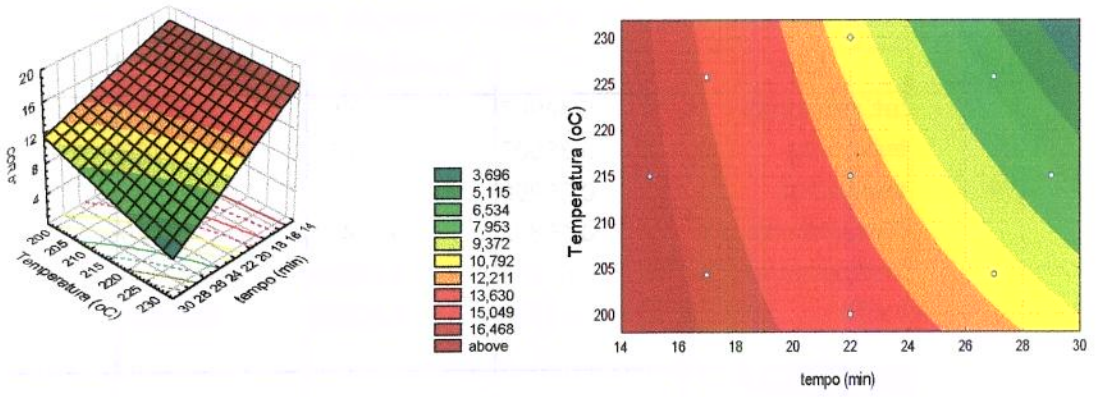
A capacidade preditiva dos modelos ajustados foi analisada e confirmada segundo dados da Tabela 1.6. Os coeficientes de variação foram altos (acima de 90%) validando a regressão de cada modelo e a falta de ajuste não foi significativa ($p > 0.05$). As superfícies de resposta construídas através dos modelos ajustados encontram-se nas Figuras 1.6a, 1.6b e 1.6c.



a)



b)



c)

Figura 1.6: Superfícies de resposta e contorno para a) L* (luminosidade), b) a* (vermelho-verde) e c) b* (amarelo-azul) para café torrado e moído.

A variação das componentes da cor que encontradas na faixa ótima de tempo e temperatura de torração determinada no item 1.4.2, segundo observação das superfícies (Figuras 1.6a, 1.6b e 1.6c) geradas pelos modelos preditivos são as seguintes: L* variando entre 38,00 e 44,01, a* entre 2,25 e 5,30 e b* entre 6,53 e 12,21. Estes resultados ilustram o fato do pó de café ser mais claro que o grão, isso porque a parte interna do grão não torra na mesma intensidade que a externa, permanecendo mais clara (PIZZIRANI, *et al.* 1996 e PITTIA, *et al.*, 1996).

1.4.4 – Influência do grau de torração sobre o pH, acidez titulável, açúcares redutores e totais e fenólicos.

As médias das medidas de pH, acidez titulável (em ml NaOH/100g de café), porcentagem (em base úmida) de açúcares redutores e totais e de fenólicos, encontram-se no anexo 3 (Tabela.A.3), com as quais procedeu-se a análise estatística dos efeitos das variáveis tempo e temperatura de torração sobre as mesmas.

Tabela 1.8 : Estimativa dos efeitos e coeficientes das regressões preditivas das variações de pH, acidez titulável (em ml NaOH/100g de café), porcentagem (em base úmida) de açúcares redutores e totais e de fenólicos, em função do grau de torração, para as variáveis codificadas.

	fator	Efeito	coeficiente	erro padrão	p
pH	Int. principal	5,44667	5,44667	0,24037	0,00002
	tempo (L)	0,38903	0,19451	0,14720	0,00568
	tempo (Q)	0,20208	0,10104	0,17520	0,02877
	Temperatura (L)	0,16882	0,08441	0,14720	0,02909
	Temperatura (Q)	0,00208	0,00104	0,17520	0,95800
	t x T	0,10500	0,05250	0,02082	0,12777
Acidez Total	Int. principal*	115,00000	115,00000	2,50000	0,00047
	tempo (L)	3,75000	1,87500	1,53093	0,34535
	tempo (Q)	-5,31250	-2,65625	1,82217	0,28226
	Temperatura (L)	2,65165	1,32583	1,53093	0,47777
	Temperatura (Q)	-1,56250	-0,78125	1,82217	0,70987
	t x T	0,00000	0,00000	2,16506	1,00000
Açúcares Redutores	Int. principal*	0,88473	0,88473	0,02299	0,00068
	Tempo (L)	-0,41694	-0,20847	0,01408	0,00453
	Tempo (Q)	-0,01755	-0,00878	0,01676	0,65275
	Temperatura (L)	-0,11976	-0,05988	0,01408	0,05108
	Temperatura (Q)	0,03247	-0,01623	0,01676	0,43487
	t x T	-0,03974	-0,01987	0,01991	0,42337
Açúcares Totais	Int. principal*	0,97963	0,97963	0,06598	0,00451
	Tempo (L)	-1,32414	-0,66207	0,04041	0,00370
	Tempo (Q)	0,60083	0,30042	0,04809	0,02468
	Temperatura (L)	-0,29296	-0,14648	0,04041	0,06838
	Temperatura (Q)	0,05443	0,02722	0,04809	0,62849
	t x T	0,07940	-0,03970	0,05714	0,55906
Fenólicos	Int. principal*	1,18277	1,18277	0,08729	0,00540
	Tempo (L)	0,92752	0,46376	0,05345	0,01303
	Tempo (Q)	0,30967	0,15484	0,63621	0,13538
	Temperatura (L)	0,38866	0,19433	0,05345	0,06803
	Temperatura (Q)	0,06195	0,03097	0,06362	0,67450
	t x T	0,27018	0,13509	0,07559	0,21585

Os modelos justados para cada uma das respostas estudadas encontram-se na Tabela 1.9, com os respectivos coeficientes da determinação, e níveis de significância da falta de ajuste.

Tabela 1.9: Modelos ajustados para pH, porcentagem (em base úmida) de açúcares redutores e totais e de fenólicos.

Respostas	Modelo	R^2	p (f. de ajuste)
pH	$4,4855 - 0,140t + 0,004t^2 + 0,008T$	0,93	0,25
% Aç. Redutores	$3,019 - 0,042t - 0,005T$	0,96	0,53
% Aç. Totais	$12,606 - 0,654t + 0,012t^2 - 0,014T$	0,92	0,13
% Fenólicos	$- 4,648 + 0,093t + 0,018T$	0,83	0,29

a) Influência do grau de torração sobre o pH e acidez total

Os efeitos positivos (Tabela 1.8) dos parâmetros linear e quadrático da variável tempo imprimem ao pH o seguinte comportamento: o aumento do tempo de torração, quando este ainda é pequeno (em torno de até 17 min) faz com que o pH diminua. Porém, com tempo de torração acima de 17 minutos, o aumento deste implica num aumento de pH. Para a variável temperatura, o efeito positivo do parâmetro linear implica num aumento de pH a medida em que a temperatura aumenta.

O modelo foi considerado preditivo uma vez que: apresenta coeficiente de variação alto 93% e a falta de ajuste não foi significativa a $p \leq 0,05$.

De acordo com o modelo ajustado, foi construída a superfície de resposta e de contorno, que se encontram na Figura 1.7.

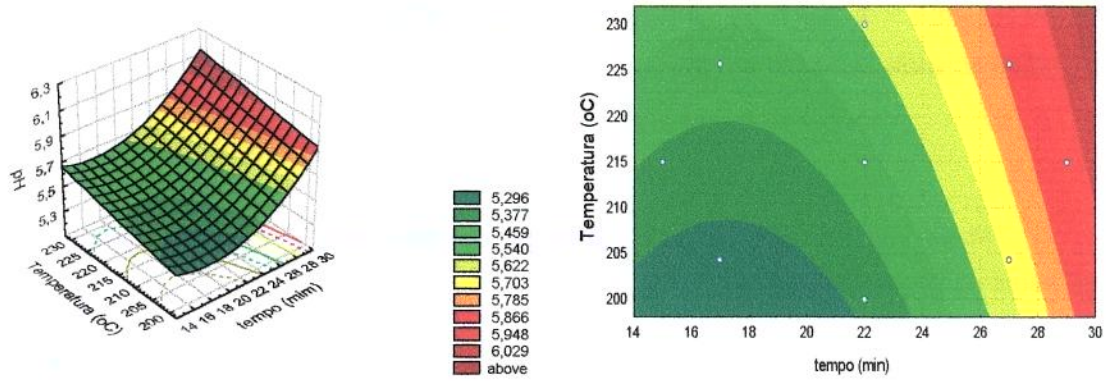


Figura 1.7: Superfícies de resposta e de contorno para as médias dos resultados de pH da bebida de café robusta em diferentes graus de torração.

Observando o gráfico de superfície de contorno gerado pelo modelo preditivo, tem-se que os valores de pH, que se encontram na faixa ótima de torração, variam de 5,6 a 5,9, sendo que a amostra 4, aquela considerada ideal pelo provador profissional e pelos consumidores, teve pH médio de 5,8. Na literatura, a faixa de pH aceitável para o café robusta é de 5,0 a 5,8. (CLIFFORD, 1985 e CLARK, 1986)

Os valores da acidez titulável das amostras encontram-se no anexo 3 (Tabela A.3). Tais valores variam de 105,0 a 120,0 ml de NaOH 0,1N por 100g de café. Porém não existe um comportamento definido para as variações com o grau de torração. Essa variação pode ser explicada pela alteração que acorre na quantidade de ácidos não-voláteis, já existentes no café, e ácidos voláteis provenientes da degradação de açúcares, carboidratos e proteínas.

SABBAGH e YOKOMIZO (1976), encontraram para o café robusta (variedade Pierre), variando o tempo de torração a 180°C, os seguintes valores de pH e acidez titulável: 5,44, 5,31 e 5,35 de pH, 88,4, 124,1 e 122,2 ml de NaOH

0,1N/100g para as amostras com 12%, 15% e 17% de perda de peso na torração. Com apenas 3 pontos não é possível traçar um comportamento para o pH nem para a acidez e uma comparação entre os valores não seria verdadeira pois se tratam de variedades diferentes de café.

Porém no estudo de SABBAGH e YOKOMIZO houve concordância entre os valores de pH e acidez titulável, fato que não ocorreu neste trabalho. VOILLEY *et al.*1981, citado por WOODMAN, 1985, encontrou resultados que mostravam uma pequena correlação entre pH e acidez sensorial. Em contraste, encontrou um alta correlação entre acidez titulável e acidez sensorial, mostrando, portanto a falta de relação entre pH e acidez titulável.

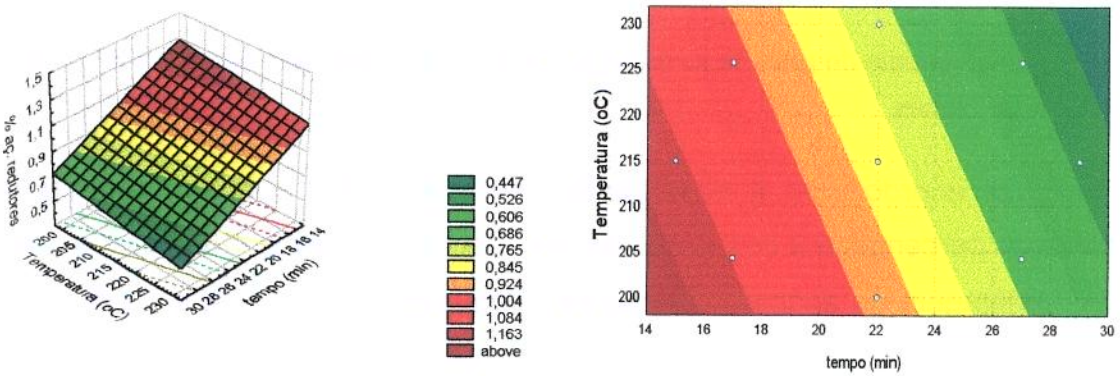
b) Influência do grau de torração sobre a porcentagem (em base úmida) de açúcares redutores e totais

De acordo com a observação dos efeitos das variáveis independentes sobre as porcentagens dos açúcares, mostrados na Tabela 1.8, nota-se que: para a porcentagem de açúcares redutores foram significativos, a $p \leq 0,05$ ou valores próximos a este, os parâmetros lineares de tempo e temperatura, com efeito negativo sobre a variável dependente. Isto significa que a porcentagem de açúcares redutores diminui com o aumento do tempo e temperatura de torração. Os parâmetros lineares e quadráticos da variável tempo tiveram efeito significativo sobre a porcentagem de açúcares totais. O efeito positivo do termo quadrático, facilmente visualizado na Figura 1.8 até aproximadamente 27 minutos de torração, indica que na maior parte da faixa de tempo estudada a porcentagem de açúcares totais diminui com o aumento do tempo de torração. Após esse tempo, ocorre o inverso, sendo uma hipótese para este fato a incorporação de produtos da degradação de polissacarídeos aos compostos analisados. Quanto à diminuição dos açúcares durante a torração, isto é esperado uma vez que as reações de pirólise degradam os açúcares no processo de formação de substâncias que

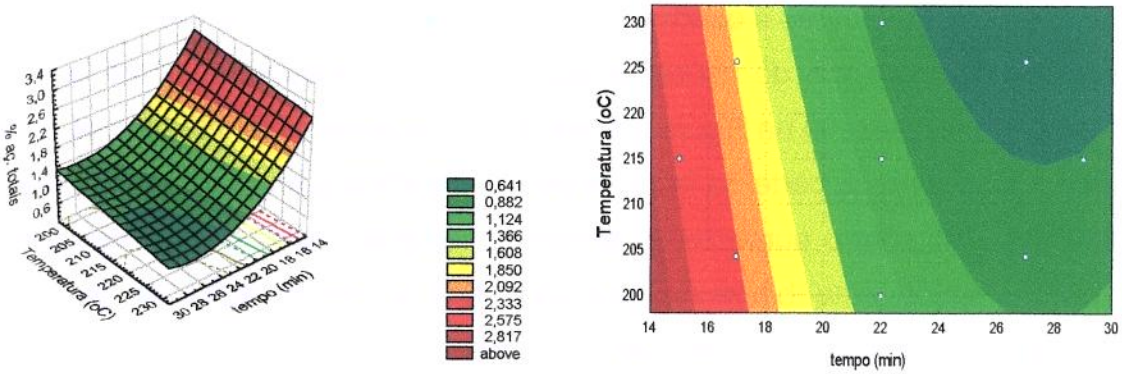
darão o aroma e sabor do café. (CARVALHO *et al.*, 1997, SABBAGH e YOKOMISO, 1976, CLIFFORD, 1975b).

Com os parâmetros que foram considerados significativos, um novo modelo ajustado foi proposto e sua capacidade preditiva foi analisada (Tabela 1.9). Os coeficientes de determinação, de cada modelo ajustado, foram altos, ambos acima de 90%. A falta de ajuste não foi significativa a $p \leq 0,05$. Tais observações mostram a capacidade preditiva dos modelos.

De acordo com os modelos ajustados foram traçadas as superfícies de resposta e de contorno (Figura 1.8), para açúcares redutores e totais.



a)



b)

Figura 1.8: Superfícies de respostas para dos teores de a) açúcares redutores e b) açúcares totais da bebida de café robusta em diferentes graus de torração.

A porcentagem, em base úmida, de açúcares na faixa ótima de torração (item 1.4.2), obtida através das superfícies de contorno geradas pelos respectivos modelos preditivos, foi a seguinte: de 0,53 a 0,85% de redutores e de 0,64 a 0,88% de totais.

c) Influência do grau de torração sobre a porcentagem (em base úmida) de fenólicos

Neste estudo, os efeitos (Tabela 1.8) positivos dos parâmetros lineares do tempo e da temperatura sobre a porcentagem de fenólicos, mostram que o aumento de tempo e temperatura de torração aumentam a porcentagem (em base úmida) de fenólicos presentes no café. Porém esta ocorrência deve ser analisada cuidadosamente, pois toda literatura sobre fenólicos do café (principalmente com relação aos ácidos clorogênicos) relata a perda desses componentes com o processo de torração. (TRUGO e MACRAE, 1984; CLIFFORD, 1985; BICCHI *et al.*, 1995). Além desse trabalho levar em conta a porcentagem em base úmida, o principal motivo que faz com os resultados obtidos aqui sejam supostamente opostos aos da literatura é que neste caso não foram levadas em conta a quantidade inicial e final absolutas de fenólicos, mas sim uma relação da quantidade dessa substância com a composição total do café. Deve-se dizer, então que a porcentagem de fenólicos aumenta com relação aos outros componentes, mas em valores absolutos a literatura afirma que há perda dessas substâncias com o aumento do grau de torração.

O novo modelo ajustado foi avaliado quanto ao seu poder preditivo. Segundo dados da Tabela 1.9 o coeficiente de determinação é de 83% e a falta de ajuste do modelo não é estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$). Assim sendo, este modelo pode ser considerado razoavelmente preditivo.

As superfícies de resposta e contorno foram construídas e são mostradas na Figura 1.9.

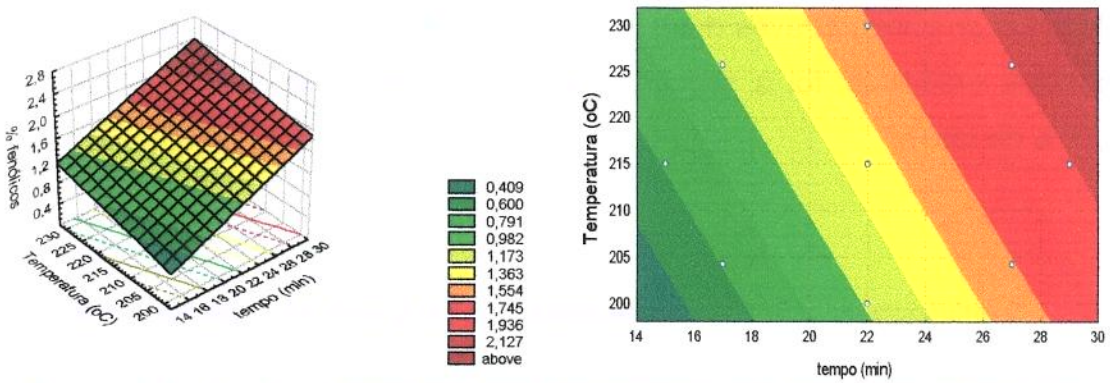


Figura 1.9: Superfícies de respostas para a porcentagem (em base úmida) de fenólicos no café robusta em diferentes graus de torração.

Dentro da faixa ótima de torração a porcentagem (em base úmida) de fenólicos está na faixa de 1,70 a 2,90%.

1.4.5 – Influência do grau de torração sobre a porcentagem (em base úmida) de Sólidos Solúveis

Foram escolhidas apenas 3 amostras para a determinação dos sólidos solúveis, representando graus de torração: muito claro, médio e escuro. As amostras escolhidas bem como a média dos resultados de sólidos solúveis encontram-se na Tabela 1.10.

Tabela 1.10: Porcentagem de sólidos solúveis em café robusta com diferentes graus de torração.

amostra	grau de torração	% sólidos solúveis
8	Muito claro	24,06
6	Médio	23,33
10	Escuro	22,76

Os resultados mostram a diminuição dos sólidos solúveis com o aumento do grau de torração, o que é esperado pois, durante o processo de torração, além

da transformação dos componentes do café, ocorre também a perda de matéria, como por exemplo na forma de voláteis, CO^2, etc.

1.5 - Conclusão

Os resultados da análise sensorial mostraram a viabilidade, em ternos de aceitação junto aos consumidores, da utilização do café robusta no setor de café torrados e moídos. Com uma aceitação moderada, coerente com o parecer de um provador profissional de café, a neutralidade deste café o torna propício na formulação de *blends* com o café arábica, reduzindo o custo do produto final sem perda de qualidade, pois a neutralidade do robusta não deve comprometer o sabor e aroma característicos da bebida. Por outro lado, para que a viabilidade deste café no setor de torrados e moídos seja completa, se faz necessário um estudo das formulações de *blends*.

Os modelos ajustados para cor, pH, açúcares e fenólicos, mostraram boa capacidade preditiva. Apenas não foi possível ajustar um modelo para a acidez total, a qual não apresentou um comportamento definido com a variação do tempo e temperatura de torração. Estes modelos preditivos podem servir como ferramentas no controle do processo. Porém, faz-se necessário ressaltar que estes modelos representam o comportamento de propriedades estudadas para a faixa de tempo e temperatura estabelecidas nesse trabalho para o torrador aqui utilizado, sendo necessário novos testes e análises quando um torrador diferente for usado, pois cada torrador pode apresentar diferentes perfis de temperatura, acarretando em diferentes faixas de tempo de torração.

1.6 - Referências Bibliográficas

ASHWELL, G. Colorimetric Analysis of Sugars. In: COLLOWICK, S.P. & KAPLAN, N.O. **Methods in Enzymology**. New York. Academic Press Inc, 1975. vol III, p 85-86. *Apud*: ANGELUCCI, E.; ARIMA, H. K.; MANTOVANI, D. M. B.; FIGUEIREDO, I.B. Análise Química de Café. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Campinas, ago 1982.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official analysis os the A.O.A.C. **A.O.A.C.**, Washington D.C., U.S.A. 12 th ed. 1975a.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official analysis os the A.O.A.C. **A.O.A.C.**, Washington D.C., U.S.A. 13 th ed. 1975b.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official analysis os the A.O.A.C. **A.O.A.C.**, Washington D.C., U.S.A. 13 th ed. 1980.

BARROS NETO, B. de; SCARMINIO I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. 2.ed. Campinas: Editora da UNICAMP 1996.

BICCHI, C.P.; BINELLO, A..E.; PELLEGRINO, G.M.; VANNI, A.C. Characterization of Green ando Roasted Coffees through the Chlorogenic Acid Fraction by HPLC-UV and Principal Component Analysis. **Journal of Agriculture and Food Chmistry**, 43, 1549-1555, 1995.

CAPOT, J. L'aménlioration du caféier robusta en Côte d'Ivoire. **Café Cacau Thé**, Paris, 21, 233-242, 1977. *Apud*: Van der Vossen, H. A. M. Coffee selection and breeding. In: CLIFFORD, M.N. & WILLSON, K. **Coffee:** Botany, Biochemistry and Production of Beans and Bevarage. London & Sydney: CROOM HELM, 1985. cap 3.

CARVALHO, V.D.de; CHAGAS, S.J.de R.; SOUZA, S.M.C.de. Fatores que Afetam a Qualidade do Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 18, 187, 5-20, 1997.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and Methods. in Coffee Plant Breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R. **COFFEE:** Agronomy. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985. vol 4, cap 5.

CLARKE, R.J. The flavor of coffee. In: MORTON, I.D. & MACLEOD, A.J. **Food Flavours**: Part B. The flavours of beverages. Amsterdan : Ed. Elsevier Science Publ., 1986. cap1.

CLIFFORD, M.N. The composition of green and roasted coffee beans.[Part I] **Process Biochemistry**, 10, 2, 20-29, march, 1975a.

_____ The composition of green and roasted coffee beans. [Part I]I. **Process Biochemistry**, 10, 4, 13-21, may, 1975b.

_____ Chemical and physical aspects of gren coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M.N. & WILLSON, K. **Coffee:** Botany,

Biochemistry and Production of Beans and Bevarage. London & Sydney: CROOM HELM, 1985. cap 13.

LERECI, C.R.; LERCKER, G.; MATASSA, P. Processi di transformazione del caffè: aspetti chimici, fisici e tecnologici. [Nota 3: Effetti della torrefazione sulla composizione di alcune miscele di caffè.] **Industrie delle Bevande,** Pinerolo, 10, 3, 232-238, giu 1980a.

LEROY, T.; PERRIOT, J-J.; ESKES, A.B.; GUYOT, C.; MONTAGNON, C. Qualités technologiques et organoleptiques de quelques clones de *coffea Canophora* en Côte d'Ivore. In: **ASIC**, 14^{e} Colloque, San Francisco, 1991. 438-443.

MATIELLO, J.B. & MIGUEL, A.E. Perda quantitativa e qualitativa em frutos verdes de café conillon. **21^{o} Congresso Brasileiro de Pesquisas cafeeiras.** Caxambú/MG, 1995. 39 e 40.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techiniques**. Florida/USA: CRC Press, 1987.

ORTOLÁ, M.D., LONDOÑO, L., GUTIÉRREZ, C.L., CHIRALT, A. Influence of roasting temperature on physicochemical properties of different coffees. **Food Science and Technology International**, 4, 59-66, feb. 1998.

PAULINO, A.J.; MATIELO, J.B.; PAULINI, A.E.; BRAGANÇA, J.B. **Cultura do Café Conilon**: 16 - A. Rio de Janeiro: MIC, IBC, DIPRO., set/1987.

PITTIA, P.; DALLA ROSA, M.; PINNAVAIA, G.; MASSINI, R. Evoluzione di alcune caratteristiche fisiche del caffè durante la torrefazione. **Industrei Alimentari**, Pinerolo, 35, 351, 945-950, set 1996.

PIZZIRANI, S., ROMANI, S., ANESE, M., BARBANTI, D. Studio sulle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche del caffè torrefatto e della bevanda di estrazione. **Industrei Alimentari**, Pinerolo, 35, 658-663, giu 1996.

PORTER, L.J. *et al.*, **Journal of Chem. Res**. (S), 86-87; (M), 0830-0880, 1986.

RELVAS, E.; PINTO, M. da C.; MONTEIRO, C. da R. **Arte e segredos do bom café: café básico**. Brasília: Ed Sebrae. Rio de Janeiro: ABIC, 1997.

SABBAGH, N.K. & YOKOMIZO, Y. Efeito de torração sobre algumas propriedades químicas de cafés arábica e robusta. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol 7, 147-161, 1976.

STONE, H., SIDEL, J.L. Affective testing. In: **Sensory Evaluations Practices**, ed Stone H. & Sidel J. L., Academic Press, FL, USA, 227-252, 1985.

TOLEDO, J.L.B.de & BARBOSA, A.T. **Classificação e Degustação de Café**. Série Agronegócios. Brasília: Ed. Sebrae. Rio de Janeiro: ABIC. 1998.

TRUGO, L. C., MACRAE, R. A study os the Effect of Roasting on the Chlorogenic Acid Composition os Coffee Using HPLC. Food Chemistry, 15, 219-227, 1984.

WOODMAN, J.S. Carboxylic Acids In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R. **COFFEE:** Chemistry. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985 vol 1, cap 8.

CAPÍTULO 2

Otimização da Formulação de *Blends* de Café Arábica com Café Robusta

2.1 - Resumo

A variabilidade de preços que ocorre no agronegócio de café ao mesmo tempo que gera problemas de qualidade dos produtos, abre espaço para um assunto há muito discutido, mas pouco estudado: a formulação de *blends* do café arábica com o café robusta, no setor de cafés torrados e moídos, sendo este o foco do estudo deste trabalho.

A formulação se *blends* utilizou café robusta e café arábica com classificação de bebida riada. Usando resultados obtidos no capítulo 1 e com o auxílio de provadores e classificadores profissionais de café, foi possível torrar ambos os cafés com grau de torração otimizado para formular *blends* que foram avaliados sensorialmente e submetidos a análises físicas e químicas.

Os resultados da avaliação dos provadores profissionais mostraram que o *blend* com 20% de café robusta não alterou as características sensoriais da bebida se comparada com a de arábica 100%, recebendo nota 4 (numa escala de 1a 5, sendo 1 = péssimo e 5 = ótimo). Usando até 50% de robusta no *blend* as notas e o conceito ficaram acima da média. A torração adequada para ambos os cafés não permitiu a sensação dos sabores medicinais, característicos da bebida riada, no arabica 100% e em nenhum *blend*.

O pH, a porcentagem (em base úmida) dos açúcares redutores e a porcentagem (em base úmida) dos sólidos solúveis aumentaram linearmente com

a porcentagem de robusta no blend. A acidez titulável e a porcentagem (em base úmida) de fenólicos não apresentou nenhum comportamento característico.

Summary

The variability of prices in the coffee trade leads to problems with product quality, but at the same time opens up some possibilities for a subject long discussed but little studied, that of the formulation of blends of arabica coffee with robusta coffee by the ground roasted coffee sector, this being the focus of this study.

Using the results obtained in chapter 1 and with the aid of professional coffee tasters and classifiers, it was possible to roast both types of coffee with optimized degrees of roast in order to formulate blends, which were evaluated both sensorially and submitted to physical and chemical analyses.

The results of the sensory evaluation showed that the blend containing 20% robusta coffee did not alter the sensory characteristics of the beverage when compared to that of the 100% arabica sample (originally classified as rioy), receiving a score of 4 (on a scale from 1 to 5, where 1 = terrible and 5 = optimum). Using up to 50% robusta in the blend, the score was still above average. By the use of adequate roasting processes for both types of coffee, the medicinal flavour, characteristic of rioy beverage, was not apparent either in the 100% arabica coffee or in any of the blends.

The pH value, the percent of reducing sugars (wet weight basis) and the percent soluble solids (wet weight basis) all increased linearly with the increase in robusta coffee in the blend. The titratable acidity and the percent phenolics (wet weight basis) showed no characteristic behaviour.

2.2 – Introdução

A sazonalidade do café, acarretando consideráveis variações de preços no mercado, ao mesmo tempo que gera problemas de qualidade, abre espaço para um assunto há muito discutido, mas pouco estudado: a formulação de *blends* do café arábica com o café robusta, no setor de cafés torrados e moídos.

O café robusta, amplamente utilizado no setor de solúveis pela maior quantidade de sólidos solúveis que o arábica, sofre discriminação no setor de torrados e moídos por não ter o aroma e sabor considerados característicos do café. Porém, se cultivado e processado sob práticas corretas, de forma a potencializar suas qualidades e minimizar os defeitos, e se for torrado adequadamente, pode, justamente por apresentar aroma e sabor neutros, ser usado em *blends*.

As variedades de espécies e os diversos tipos de café, cada qual com características próprias, podem gerar diversas combinações que podem resultar na melhoria da qualidade da bebida ou conferir-lhe um sabor diferenciado. Em outras palavras, definir esta combinação, ou o *blend*, " é a arte de combinar cafés com características complementares - acidez com doçura, muito encorpado com pouco encorpado, torra clara e torra escura, etc". (RELVAS, 1997)

A formulação de *blends* não segue uma metodologia tecnológica. Normalmente, são formulados por classificadores e provadores profissionais. O *blend* pode ser feito com os grãos verdes ou após terem sido torrados.

No manual "Café Básico" da ABIC/Sebrae (RELVAS, 1997), é sugerido, por exemplo, o seguinte *blend* : 20% de café robusta com características de corpo forte, cor intensa, aroma fraco e sabor neutro; 80% de café arábica Paraná com características de bebida rio, encorpado e baixa acidez. A bebida resultante apresentou corpo normal, acidez equilibrada, aroma intenso, com características de bebida dura.

LERECI *et al.* (1980a) estudaram o efeito da torração sobre a composição química de alguns *blends* de café arábica e café robusta, torrados conjuntamente, objetivando a condição ótima para se obter um melhor produto com menor custo de produção. Concluíram que os resultados da avaliação química não foram perfeitamente coerentes com a composição das amostras a 100%, por não se tratarem de misturas homogêneas. Constataram que na amostra de *blend* com maior quantidade de café robusta foi necessário um maior tempo de torração, pois cada fase desse processo ocorreu com menor velocidade, implicando numa mudança de composição mais significativa.

É de se esperar que os cafés usados em *blends*, sendo cafés com características diferentes (como composição química, tamanho, umidade, e outras) sejam torrados separadamente para que possam desenvolver de forma completa suas melhores propriedades sensoriais. Por exemplo, numa mistura de grãos de tamanho variado, os menores torrarão mais rapidamente, podendo até queimar antes que os grãos maiores atinjam o grau de torração adequado para o pleno desenvolvimento do aroma e sabor, comprometendo dessa forma a bebida resultante do *blend*. Outro fator que pode comprometer o resultado de um *blend* é a umidade do grão cru, já que um grão mais úmido, geralmente mais novo, torrará mais lentamente que um grão com umidade menor. (CARVALHO, et al., 1997)

Este trabalho tem o objetivo de otimizar a formulação de blends de café robusta com café arábica de baixa qualidade (bebida riada) para melhoria da qualidade da bebida final, através de avaliação sensorial. Também visa estudar o comportamento de algumas propriedades físicas e químicas das diferentes misturas.

2.3 – Metodologia

2.3.1 - Materiais

Matéria-prima

As matérias-primas utilizadas foram café robusta (*Coffea canephora* Conillon) e café arábica (*Coffea arábica*). O café robusta, proveniente da cooperativa Cooabriel de São Gabriel da Palha/ES, foi classificado com tipo 5, cor e bebida características, com 10,2% de umidade. O café arábica, com classificação de bebida riada, tipo 5/6 com 11,2% de umidade, proveniente da Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Marília/SP. Ambos os cafés foram processados por via seca, sendo da safra de 97/98.

2.3.2 – Métodos

Como as variáveis em questão - concentrações de café robusta e de café arábica - são dependentes entre si tornando inviável um planejamento fatorial , os ensaios foram efetuados para as seguintes combinações de concentrações (em % de massa):

Tabela 2.1: Concentrações, em porcentagem (%) de massa, dos cafés robusta e arábica para formulação de *blends*.

Café Robusta	0	20	35	50	65	80	100
Café Arábica	100	80	65	50	35	20	0

O ponto ótimo de torra do café arábica, não sendo objetivo deste trabalho, foi determinado pelo classificador e provador profissional de café - Sr. José Luís Barbosa de Toledo (Reg. M.A.N. nº 49/BR e 5 092).

Processamento

- Torração:

O café arábica e o café robusta - torrado até a cor ótima determinada no primeiro capítulo deste trabalho - foram torrados separadamente em torrador de tambor rotativo, elétrico, de laboratório, PROBAT-WERKE tipo PRE 1, sendo torrados 200g de café por batelada, num total de 1800g de café robusta e 2000g de arábica. As varias bateladas de torração de cada café foram misturadas para homogeneizar as amostras antes de se formular os *blends* (Tabela 2.1).

- Embalagem:

Cada amostra de café torrado foi embalada a vácuo em embalagem composta de filmes de plástico (PS e PE) e alumínio, para impedir perdas de aroma e contaminação do café com substâncias externas. As embalagens foram armazenadas à temperaturas de aproximadamente -18°C, até o uso.

Avaliação Sensorial

A avaliação sensorial foi feita por três provadores e classificadores profissionais de café da Bolsa de Cereais de São Paulo e da Associação Brasileira das Indústrias de Café (ABIC): José Luís Barbosa de Toledo (Reg. M.A. nº.49/BR e 5082), Alaerte Telles Barbosa (Reg. MARA nº 4137) e Breno Lago Teixeira

(Reg. MAARA – 11.052). As amostras foram apresentadas com código de três algarismos.

Sólidos Solúveis

A porcentagem de sólidos solúveis foi determinada pelo método 15.014 da A..O.A.C. (A.O.A.C.,1980), para se avaliar o aumento de rendimento proporcionado pelo café robusta na mistura com o café arábica.

Determinação do pH

Para cada amostra de *blend*, assim como dos cafés arábica e robusta 100%, foi medido o pH da mistura de 2,25g de pó de café torrado com 50 ml de água, a 25°C, em pHmetro MICRONAL B-374.

Análises Químicas

A acidez total de cada amostra foi determinada segundo o método 15.031 da A.O.A.C. (A.O.A.C. 1975b), que avalia a quantidade de hidróxido sódio equivalente ao teor de ácidos contidos na amostra.

As porcentagens de açúcares redutores e totais foram determinados pelo o método de Somogyi – Nelson (ASHWELL, 1975), que determina o teor de açúcares redutores e totais em café pela redução de sal de cobre em meio básico.

As porcentagens de fenólicos foram determinadas pelo Teste de Porter (PORTER *et al.*, 1986), um teste específico para proantocianidinas.

Todas as análises químicas e físico-químicas foram realizadas em triplicata, tendo como resultado a média das três medidas.

2.4 - Análise e Discussão dos Resultados

O café arábica teve seu grau de torração definido pelos classificadores e provadores de café Srs. José Luís Barbosa de Toledo (Reg. M.A. nº.49/BR e 5082) e Alaerte Telles Barbosa (REG. MARA nº 4137). Este grau de torração correspondeu a uma perda de peso em torno de 20%, a 220°C com tempo médio de 15 min, com coloração média do grão sendo: L* 36,07, a* 1,97 e b* 1,74.

Para o café robusta, o grau de torração ótimo foi determinado no capítulo 1. Porém como o torrador usado foi de um tipo diferente (tipo RE 1, nos ensaios do capítulo 1 e tipo PRE 1, nos ensaios deste capítulo), mais moderno, houve mudança no perfil de temperatura. Neste novo torrador o aumento da temperatura após a introdução do café acontecia mais rapidamente que no torrador utilizado nos ensaios do capítulo 1. Para se usar o mesmo grau de torração do capítulo anterior necessitava-se de menos tempo de torração. Assim sendo, para se conseguir reproduzir o grau ótimo de torração estabelecido no capítulo 1, baseou-se na coloração do grão na faixa ótima de torração: L* de 36,24 a 41,30, a* de 1,88 a 4,39 e b* de 1,66 a 6,68. Portanto, nesta segunda etapa deste trabalho o café robusta foi torrado com uma coloração média de: L* 38,20, a* 3,16 e b* 3,62, correspondendo a uma perda de peso em torno de 17%, a 220°C por tempo médio de 12 min.

2.4.1 - Avaliação Sensorial

Foram avaliados: aroma, corpo, acidez, amargor. Além da avaliação dessas características sensoriais, cada amostra recebeu uma nota, de 1 a 5, e um conceito. Os dados médios das avaliações encontram-se na tabela 2.2. (Os conceitos dados por cada provador encontram-se no anexo 4)

Tabela 2.2: Avaliação sensorial de *blends* de café robusta com café arábica.

Amostras	aroma	Corpo	acidez	Amargor	Nota (média)	Desvio Padrão	Conceito
0*	Reg/bom	Reg/bom	Normal/baixa	Normal	**4,0**	0,94	Bom
20	Reg/bom	Reg/bom	Pouco baixa	Normal	**3,9**	0,82	Bom
35	Reg/bom	Regular	Pouco baixa	Normal	**3,3**	1,25	Reg/bom
50	Reg/fraco	Regular	Normal/baixa	Normal	**3,2**	0,67	Reg/bom
65	Reg/fraco	Regular	Baixa	Forte	**2,4**	1,47	Regular
80	Regular	Reg/fraco	Baixa	Forte	**2,2**	1,44	Reg/mal
100	Reg/mau	Reg/fraco	Baixa	Forte	**1,8**	0,76	Reg/mal

*Os números indicam a porcentagem de café robusta em cada amostra.

Os dados da tabela indicam que as amostras de 0%, 20 e 35% de robusta têm uma boa intensidade de aromas agradáveis, característicos do café. Nas demais, com o aumento da quantidade de robusta, os aromas agradáveis já se tornam mais fracos, ou seja, a neutralidade do aroma do robusta se sobrepõe ao aroma do arábica. A sensação de corpo da bebida é mais sentida nas amostras com 0% e 20% de robusta, nas demais, tal característica não é tão intensa. Neste caso, o café robusta não intensificou a sensação de corpo. A acidez dos dois cafés, de um modo geral, foi considerada baixa, não havendo mudança sensível com o aumento de robusta na mistura, embora o café arábica seja considerado mais ácido que o robusta (CLIFFORD, 1985 e CLARK, 1986). O amargor, até 50% de robusta, considerado normal, intensificou-se nas demais amostras com maior quantidade de robusta. Fato esperado, já que o café robusta é comumente considerado mais amargo que o arábica.

A Figura 2.1 ilustra as notas médias da avaliação. Fica claro que não há diferença entre a amostra com 0 e 20% de robusta, as quais obtiveram melhores

notas. Também não se nota diferença entre as amostras com 35 e 50% de robusta. Mas, é possível observar uma correlação linear entre o aumento da porcentagem de robusta no *blend* e a diminuição da nota dada à bebida. O coeficiente de determinação para a reta ajustada a partir dos pontos da Figura 2.1 é de 96%, sendo a equação da reta a seguinte:

Notas = - 2,407*(%robusta) + 4,175

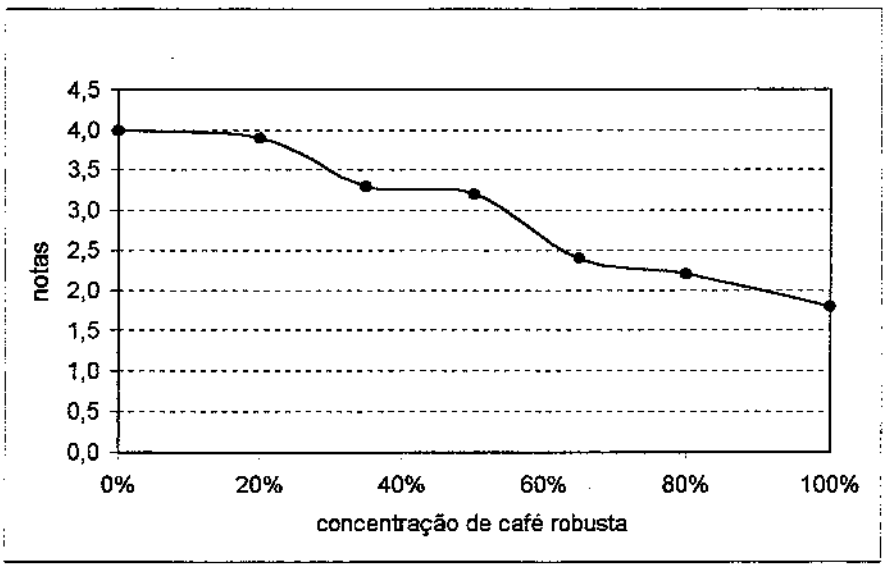


Figura 2.1: Notas da avaliação sensorial de *blends* de café arábica com café robusta.

Segundo os provadores, as amostras com 0% e 20% de robusta apresentam características organolépticas de café arábica, sendo bebidas limpas, com corpo e acidez equilibrados e leve adstringência. Foram consideradas de grande aceitação, tendo boa avaliação também para café expresso. Tal avaliação evidencia que não houve diferença sensorial entre as amostras, indicando que a porcentagem de robusta no *blend* não alterou suas características sensoriais.

Não foram notados os sabores "medicinais" característicos de bebida riada e rio, nem mesmo na amostra de café arábica 100% (0% de robusta) que tinha classificação de bebida riada. Também não foram notados influência dos defeitos pretos, ardidos e verdes, gosto de fermentado e outros gostos estranhos. Isso se deve a torração otimizada de cada café.

2.4.2 – Determinação do pH e acidez titulável

Os dados das medidas de pH das amostras encontram-se no anexo 5 (Tabela A.5). As médias das medições são ilustradas na Figura 2.2.

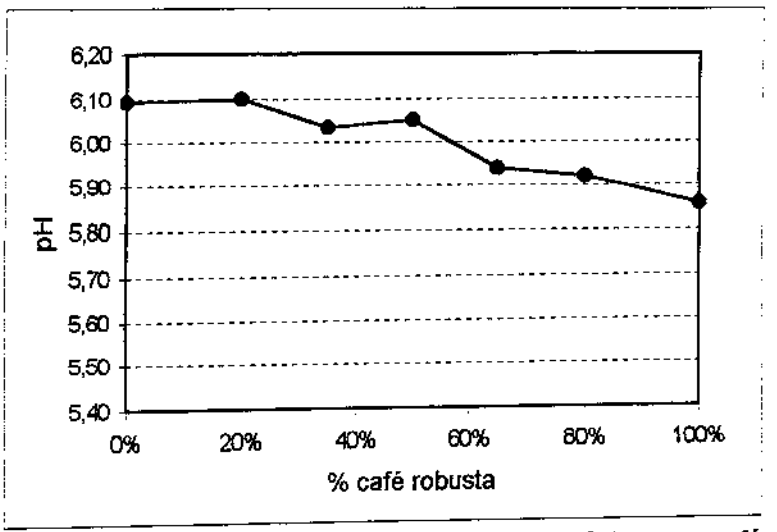


Figura 2.2: Média das medidas de pH de *blends* de café arábica com café robusta.

Os resultados mostram que houve diminuição do pH com o aumento da porcentagem de café robusta na mistura. Tal fato vai contrário ao descrito nas referências bibliográficas, as quais relatam que o café arábica é mais ácido que o robusta, com valores de 4,9-5,2 para arábicas e 5,0-5,8 para robustas. Porém as medidas de pH da amostra com 100% de arábica já apresentou uma média considerada alta para este café: 6,09. Este café arábica deve ser "novo", ou seja, de safras recentes, pois sabe-se que os cafés estocados são levemente mais ácidos que os de safra recente. Outro fator que influência a acidez é o grau de torração, quanto maior o grau de torração, menor a acidez e este café foi torrado à torração escura.(CLIFFORD, 1985; WOODMAN, 1985; CLARK, 1986)

O pH do café robusta 100%, 5,86, está dentro da faixa de pH estipulada como ótima no capítulo 1 deste trabalho (pH de 5,6 a 6,0) e bem próxima do limite encontrado na literatura. Portanto, esta variação do pH, contrária à esperada, se deve ao alto pH do café arábica.

Vale ressaltar que o comportamento da Figura 2.2 é semelhante ao da Figura 2.1, indicando uma possível relação entre o pH da bebida e o conceito atribuído à ela, embora não tenha havido nenhuma relação entre acidez da bebida e pH.

Os volumes das titulações para determinação da acidez titulável encontram-se no anexo 5 (Tabela A.5). As médias dos resultados estão na Figura 2.3.

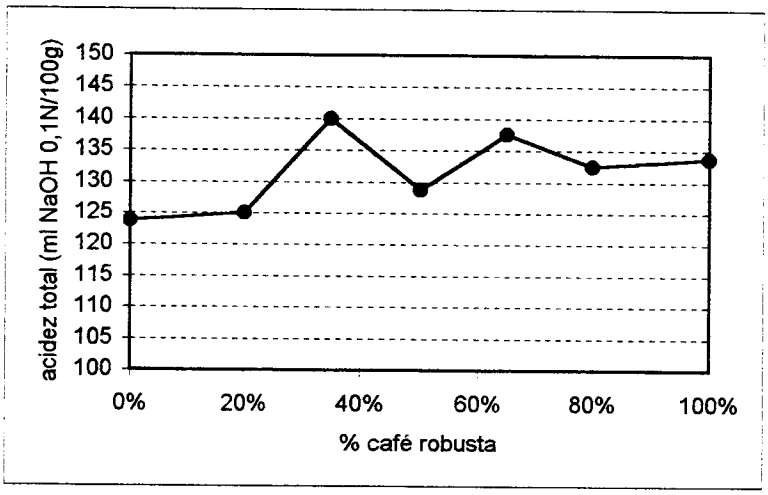


Figura 2.3: Acidez titulável dos blends de café arábica com café robusta.

Os resultados não mostram um comportamento definido da acidez titulável com o aumento da porcentagem de robusta na mistura. Apenas, pode-se observar que a acidez titulável do café arábica é menor que a do robusta, sendo este fato concordante com os resultado de pH para cada uma dessas duas amostras.

Observando os conceitos dados a acidez sensorial, fica evidente a falta de correlação entre acidez medida instrumentalmente e analiticamente com a acidez sensorial.

2.4.3 - Determinação da porcentagem (em base úmida) de açúcares

Os resultados das porcentagens de açúcares redutores estão apresentados no anexo 5, Tabela A.5, e são ilustrados na Figura 2.4. As porcentagens de umidade para o café arábica e para o robusta foram, respectivamente, 1,88% e 2,01%, sendo que tais valores, por serem muito próximos, não variam significativamente nos *blends*.

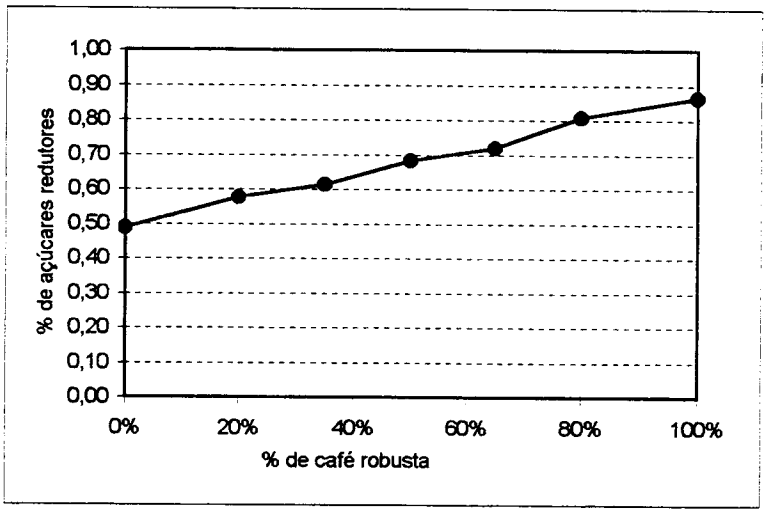


Figura 2.4: Porcentagem de açúcares redutores em blends de café arábica com café robusta

Os resultados mostram uma relação diretamente linear entre a porcentagem de açúcares redutores e a porcentagem de café robusta na mistura. Foi possível traçar a equação da reta, com um coeficiente de regressão de 99%:

$$\% \text{ açúcares redutores} = 0{,}004*(\%\text{robusta}) + 0{,}490$$

O aumento da porcentagem de redutores com o aumento da quantidade de robusta na mistura é esperado uma vez que o robusta tem maior porcentagem de açúcares redutores que o café arábica. (TRESSL et al., citado por TRUGO, 1985; SABBAGH e YOKOMIZO, 1976). Além disso, os açúcares redutores são progressivamente destruídos durante a torração, e sendo, neste caso, a torração do café arábica mais escura que a do café robusta, é de se esperar que os

açúcares redutores do café arábica tenham sido destruídos em maior quantidade que os do café robusta.

Nesta etapa do trabalho não foi realizado o estudo de açúcares totais, pois os resultados do capítulo 1 indicam que os valores das porcentagens de açúcares redutores e totais foram muito semelhantes para as amostras com o grau de torração dentro da faixa ótima. Como nesta etapa, o grau de torração seguido foi o determinado no capítulo 1, correspondendo a 17% de perda de peso para o robusta, supõe-se que não haveria diferença nos resultados. Este fato está de acordo com a literatura, pois pesquisadores afirmam que há uma rápida perda de açúcares não redutores durante a torração, (CLIFFORD, 1985; CARVALHO *et al.*, 1997) o que faz com que a porcentagem de açúcares totais corresponda a porcentagem de açúcares redutores.

2.4.4 – Determinação da porcentagem (em base úmida) de fenólicos

Na Figura 2.5 estão plotadas as médias das porcentagens de fenólicos. A tabela referente a esses dados está no anexo 5 (Tab.A.5).

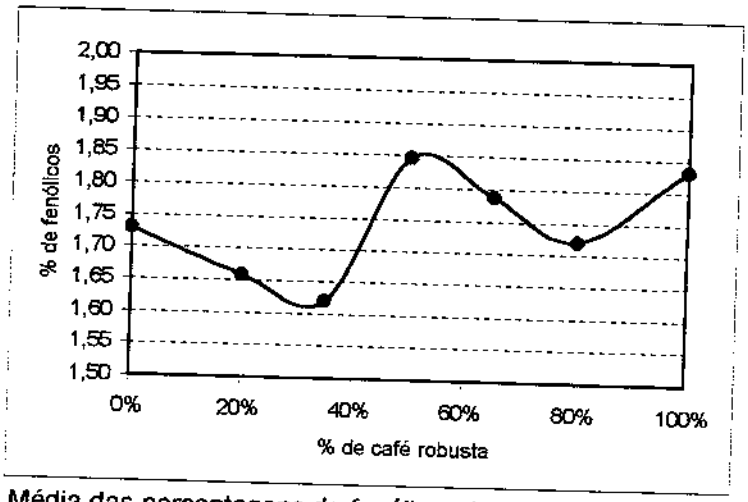


Figura 2.5: Média das porcentagens de fenólicos (em base úmida), nas amostras de *blends* de café arábica com café robusta.

A figura ilustra a falta de relação entre a porcentagem de fenólicos com a porcentagem de robusta na mistura.

O principal grupo de fenólicos é o dos ácidos clorogênicos e as composições deste grupo são distintas entre o café robusta e o arábica. Embora o café robusta tenha uma quantidade maior de ácidos clorogênicos que o arábica (CLIFFORD, 1985), com a torração ocorre degradação desses compostos e no café torrado (torração média e escura) a quantidade desses ácidos clorogênicos é maior no arábica (TRUGO & MACRAE, 1984). Porém, isso só explica o porquê de não se ter uma tendência de aumento com a quantidade de robusta na mistura.

Para se explicar a variação de porcentagem entre as amostras um fator de importância é a quantidade de amostra usada para se proceder a análise: 50mg. Como as amostras se tratam de misturas, mesmo moendo os cafés conjuntamete e misturando os pós para se ter uma mistura o mais homogênea possível, não é possível garantir que em 50mg sempre se tenha a quantidade original do *blend*. O valor alto de desvio padrão (anexo 5, Tabela A.5) confirma a dificuldade de se obter reprodutibilidade nos resultados.

2.4.5 – Determinação da porcentagem de sólidos solúveis

A média dos resultados de sólidos solúveis calculadas para as amostras encontram-se na Figura 2.6. (Resultados no anexo 5).

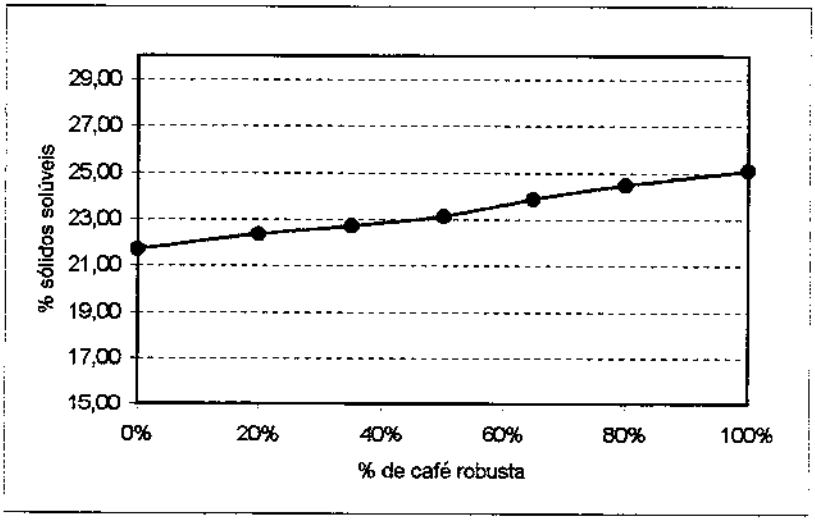


Figura 2.6: Média de porcentagem de sólidos solúveis em amostras de *blends* de café arábica com café robusta.

Pela Figura 2.6 pode-se observar que a quantidade de sólidos solúveis aumenta linearmente com a porcentagem de robusta no *blend*, fato totalmente esperado uma vez que o café robusta tem maior quantidade de sólidos solúveis que o arábica (MORAES, et al, 1973/74; VREE &YERANSIAN, 1973). Esta relação linear teve um coeficiente de regressão de 99%, e a equação correspondente é a seguinte:

% sólidos solúveis = 0,035*(%robusta) + 21,588

Este resultado confirma que, além do café robusta, em determinada porcentagem, manter ou melhorar a aceitação sensorial do arábica, este café certamente aumenta o rendimento da bebida final.

2.5 – Conclusão

O *blend* com 20% de café robusta não alterou as características sensoriais da bebida se comparada com a de arábica 100%. Até 50% de robusta no *blend* as notas e o conceito, dados pelos provadores profissionais, ficaram acima da média, sendo que em nenhum *blend* foi detectado os sabores medicinais característicos da bebida riada, indicando que a torração otimizada impediu a percepção dessa característica indesejável. Os resultados sensoriais mostram que é totalmente viável o uso de café robusta em *blends* com café arábica, pois além de não prejudicar as características organolépticas da bebida, proporciona maior rendimento, uma vez que contém maior quantidade de sólidos solúveis e diminui custos, já que o café robusta é mais barato que o arábica.

O pH, a porcentagem (em base úmida) dos açúcares redutores e a porcentagem (em base úmida) dos sólidos solúveis tiveram um comportamento linear com a porcentagem de robusta no *blend*, sendo que o aumento da porcentagem de robusta resultou num aumento dessas características. Já com a acidez titulável e a porcentagem (em base úmida) de fenólicos não houve nenhum comportamento característico. O método de determinação da porcentagem de fenólicos pode ter prejudicado os resultados, devido à pequena quantidade de amostra usada na análise.

2.6 - Referências Bibliográficas

ASHWELL, G. Colorimetric Analysis of Sugars. In: COLLOWICK, S.P. & KAPLAN, N.O. **Methods in Enzymology**. New York. Academic Press Inc, 1975. vol III, p 85-86. *Apud*: ANGELUCCI, E.; ARIMA, H. K.; MANTOVANI, D. M. B.; FIGUEIREDO, I.B. Análise Química de Café. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Campinas, ago 1982.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official analysis os the A.O.A.C. **A.O.A.C.**, Washington D.C., U.S.A. 13 th ed. 1975.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official analysis os the A.O.A.C. **A.O.A.C.**, Washington D.C., U.S.A. 13 th ed. 1980.

CARVALHO, V.D.de; CHAGAS, S.J.de R.; SOUZA, S.M.C.de. Fatores que Afetam a Qualidade do Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 18, 187, 5-20, 1997.

CLARK, R. J. The flavor of coffee. In: MORTON, I.D. & MACLEOD, A.J. **Food Flavours**: Part B. The flavours of beverages. Amsterdan : Ed. Elsevier Science Publ., 1986. cap1.

CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of gren coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M.N. & WILLSON, K. **Coffee:** Botany, Biochemistry and Production of Beans and Bevarage. London & Sydney: CROOM HELM, 1985a. cap 13.

LERECI, C.R.; LERCKER, G.; MATASSA, P. Processi di transformazione del caffè: aspetti chimici, fisici e tecnologici. [Nota 3: Effetti della

torrefazione sulla composizione di alcune miscele di caffè.] **Industrie delle Bevande,** Pinerolo, 10, 3, 232-238, giu 1980.

MORAES, R. M. de; ANGELUCCI E.; SHIROSE I.; MEDINA J.C. Determinação de Sólidos Solúveis em Cafés Arábica e Canephora. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, vol 5, 199-221, 1973/74.

PORTER, L.J. *et alli.*, **J. Chem. Res**. (S), 86-87; (M), 0830-0880, 1986.

RELVAS, E.; PINTO, M. da C.; MONTEIRO, C. da R. **Arte e segredos do bom café: café básico**. Brasília: Ed Sebrae. Rio de Janeiro: ABIC, 1997.

SABBAGH, N.K. & YOKOMIZO, Y. Efeito de torração sobre algumas propriedades químicas de cafés arábica e robusta. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol 7, 147-161, 1976.

TOLEDO, J.L.B.de & BARBOSA, A.T. **Classificação e Degustação de Café**. Série Agronegócios. Brasília: Ed. Sebrae. Rio de Janeiro: ABIC. 1998.

TRUGO, L.C. & MACRAE, R. The Determination of Carbohidrates in Coffee Products using High Performance Liquid Chromatography. In: **ASIC**, 10^{e} Colloque, Salvador, 187-192, 1982.

_____. Carboidrates. In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R. **COFFEE:** Chemistry. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985 vol 1, cap 3.

VREE, P. H., YERANSIAN, J. A. Determination of Soluble Solids in Rooasted Coffe. **Journal of tha A.O.A.C.**, vol 56, 5, 1126-1129, 1973.

WOODMAN, J.S. Carboxylic Acids In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R. **COFFEE:** Chemistry. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985 vol 1, cap 8.

Conclusão Geral

Os resultados da análise sensorial mostraram a viabilidade, em ternos de aceitação junto aos consumidores, da utilização do café robusta no setor de café torrados e moídos. Com uma aceitação moderada, coerente com o parecer de um provador profissional de café, a neutralidade deste café o torna propício na formulação de *blends* com o café arábica, reduzindo o custo do produto final sem perda de qualidade, pois a neutralidade do robusta não deve comprometer o sabor e aroma característicos da bebida

O *blend* com 20% de café robusta não alterou as características sensoriais da bebida se comparada com a de arábica 100%. Até 50% de robusta no *blend* as notas e o conceito ficaram acima da média, sendo que em nenhum *blend* foi detectado os sabores medicinais característicos da bebida riada, indicando que a torração otimizada impediu a sensação dessa característica indesejável. Os resultados sensoriais mostram que é totalmente viável o uso de café robusta em *blends* com café arábica, pois além de não prejudicar as características organolépticas da bebida, proporciona maior rendimento, uma vez que contém maior quantidade de sólidos solúveis e diminui custos, já que o café robusta é mais barato que o arábica.

Referências Bibliográficas

AMORIM, H.V.; TEIXEIRA, A.A.; BREVIGLIERI, O.; CRUZ, V.F.; MALAVOLTA, E. Chemistry of Brazilian green coffe and the quality of the beverage: I. Carbohydrates. Turrialba, 24, 2, 214-216, april-june 1974a.

_____; TEIXEIRA, A.A.; GUERCIO,M.A.; CRUZ, V.F.; MALAVOLTA, E. Chemistry of Brazilian green coffe and the quality of the beverage: II. Phenolic compounds. Turrialba, 24, 2, 217-221, apr-jun 1974b.

_____; TEIXEIRA, A.A.; MELO, M.; CRUZ, V.F.; MALAVOLTA, E. Chemistry of Brazilian green coffe and the quality of the beverage: III. Soluble proteins. Turrialba, 24, 3, 304-308, jul-sep 1974c.

ASHWELL, G. Colorimetric Analysis of Sugars. In: COLLOWICK, S.P. & KAPLAN, N.O. **Methods in Enzymology**. New York. Academic Press Inc, 1975. vol III, p 85-86. *Apud*: ANGELUCCI, E.; ARIMA, H. K.; MANTOVANI, D. M. B.; FIGUEIREDO, I.B. Análise Química de Café. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). Campinas, ago 1982.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official analysis os the A.O.A.C. **A.O.A.C.**, Washington D.C., U.S.A. 13 th ed. 1975.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official analysis os the A.O.A.C. **A.O.A.C.**, Washington D.C., U.S.A. 13 th ed. 1980.

AVILES, D. P.; PINHEIRO M. R.; MATIELO, J. B.; MIGUEL, A. E. Estudo da fenologia e fenometria do cafeeiro conillon, na região Norte-Fluminense. In: **CBPC**, 10°, Poços de Caldas, 1983. Anais. IBC/GERCA, 1983.

BARROS NETO, B. de; SCARMINIO I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. 2.ed. Campinas: Editora da UNICAMP 1996.

BICCHI, C.P.; BINELLO, A..E.; PELLEGRINO, G.M.; VANNI, A.C. Characterization of Green ando Roasted Coffees through the Chlorogenic Acid Fraction by HPLC-UV and Principal Component Analysis. **Journal of Agriculture and Food Chmistry**, 43, 1549-1555, 1995.

CAPOT, J. L'aménlioration du caféier robusta en Côte d'Ivoire. **Café Cacau Thé**, Paris, 21, 233-242, 1977. *Apud*: Van der Vossen, H. A. M. Coffee selection and breeding. In: CLIFFORD, M.N. & WILLSON, K. **Coffee:** Botany, Biochemistry and Production of Beans and Bevarage. London & Sydney: CROOM HELM, 1985. cap 3.

CARVALHO, V.D.de; CHAGAS, S.J.de R.; SOUZA, S.M.C.de. Fatores que Afetam a Qualidade do Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 18, 187, 5-20, 1997.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and Methods. in Coffee Plant Breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R.

COFFEE: Agronomy. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985. vol 4, cap 5.

CLARKE, R.J. Water and Mineral Contents. In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R. **COFFEE:** Chemistry. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985a vol 1, cap 2.

_____. Roasting and Grinding. In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R. **COFFEE:** Technology. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985b vol 2, cap 4.

_____ The flavor of coffee. In: MORTON, I.D. & MACLEOD, A.J. **Food Flavours**: Part B. The flavours of beverages. Amsterdan : Ed. Elsevier Science Publ., 1986. cap1.

CLIFFORD, M.N. The composition of green and roasted coffee beans.[Part I] **Process Biochemistry**, 10, 2, 20-29, march, 1975a.

_____ The composition of green and roasted coffee beans. [Part I]I. **Process Biochemistry**, 10, 4, 13-21, may, 1975b.

_____ Chemical and physical aspects of gren coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M.N. & WILLSON, K. **Coffee:** Botany, Biochemistry and Production of Beans and Bevarage. London & Sydney: CROOM HELM, 1985a. cap 13.

_____ Chlorogenic Acids. In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R. **COFFEE:** Chemistry. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985b vol 1, cap 5.

COOABRIEL Relatório de Atividades de 1998. Qualidade x Produtividade x Lucro. O propósito da COOABRIEL. São Gabriel da Palha. fev/1998.

DADALTO, G. G.; BARBOSA, C. A.. Zoneamento Agroecológico para a Cultura do Café no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: SEAG-ES, 1997.

DALLA ROSA, M.; BARBANTI, D.; NICOLI, M.C. Produzione di caffè tostato ad alta resa. [Nota 2: Qualità della bevanda di estrazione.]. **Industrie Alimentari**, Pinerolo, 25, 240, 537-540, lug-ago 1986.

FARINA, E.M.M.Q.; ZYLBERSZTAJN, D.; SAES, M.S.M.; GIORDANO, S.R. *Projeto ABIC/PENSA*. Em:**Relatório do 5° ENCAFÉ**. São Paulo, dezembro de 1996.

FOLSTAR, P. Lipids. In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R. **COFFEE:** Chemistry. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985 vol 1, cap 6.

GUYOT, B.; PETINGA, E.; VICENT, J.C. Analyse qualitative d'un café *coffea Canephora* var. Robusta en fonction de la maturité. [Partie I. Evolution des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques.] **Café Cacao Thé**, Paris, 32, 2, 127-140, avril-juin 1988.

_____; GUEULE, D.; ASSEMAT, S.; TCHANA, E.; POMATHIOS, C. Influência do modo de preparo do Café Robusta cru sobre sua composição química e suas características organolépticas. In: **ASIC**, 16e Colloque, Kyoto, 267-277, 1996.

LERICI, C.R.; LERCKER, G.; MATASSA, P. Processi di transformazione del caffè: aspetti chimici, fisici e tecnologici. [Nota 3: Effetti della torrefazione sulla composizione di alcune miscele di caffè.] **Industrie delle Bevande,** Pinerolo, 10, 3, 232-238, giu 1980a.

_____; DALLA ROSA, M.; MAGNANINI, E.; FINI, P. Pocessi di transformazione del caffè: aspetti chimici, fisici e tecnologici. [Nota 4: Evoluzione di alcuni caratteri fisici del caffè durante la torrefazione.] **Industrie delle Bevande**, Pinerolo, 10, 5, 375-381, ott 1980b.

_____; DALLA ROSA, M.; PIVA, M. Produzione di caffè tostato ad alta resa. [Nota 1. Prove di torrefazione]. **Industrie Alimentari**, Pinerolo, 24, 233, 991-994,1000, 1985.

LEROY, T.; PERRIOT, J-J.; ESKES, A.B.; GUYOT, C.; MONTAGNON, C. Qualités technologiques et organoleptiques de quelques clones de *coffea Canophora* en Côte d'Ivore. In: **ASIC**, 14e Colloque, San Francisco, 1991. 438-443.

MACRAE, R. Nitrogenous Components In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R. **COFFEE:** Chemistry. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985 vol 1, cap 4.

MATIELLO, J.B. & MIGUEL, A.E. Perda quantitativa e qualitativa em frutos verdes de café conillon. **21° Congresso Brasileiro de Pesquisas cafeeiras.** Caxambú/MG, 1995. 39 e 40.

_____. Café Conillon – Como plantar, tratar, colher, preparar e vender..MAA/PROCAFÉ/PNFC. Rio de Janeiro, out 1998.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techiniques**. Florida/USA: CRC Press, 1987.

MENEZES, H.C.; CLIFFORD, M.N. The influence of stage of maturity and processing method on the relation between the different isomers of caffeoilquinic acid in green coffe beans. In: **ASIC**, 12^{e} Colloque, Montreux, 337-381, 1987.

MORAES, R. M. de; ANGELUCCI E.; SHIROSE I.; MEDINA J.C. Determinação de Sólidos Solúveis em Cafés Arábica e Canephora. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, vol 5, 199-221, 1973/74.

ORTOLÁ, M.D., LONDOÑO, L., GUTIÉRREZ, C.L., CHIRALT, A. Influence of roasting temperature on physicochemical properties of different coffees. **Food Science and Technology International**, 4, 59-66, feb. 1998.

PAULINO, A.J.; MATIELO, J.B.; PAULINI, A.E.; BRAGANÇA, J.B. **Cultura do Café Conilon**: 16 - A. Rio de Janeiro: MIC, IBC, DIPRO., set/1987.

PITTIA, P.; DALLA ROSA, M.; PINNAVAIA, G.; MASSINI, R. Evoluzione di alcune caratteristiche fisiche del caffè durante la torrefazione. **Industrei Alimentari**, Pinerolo, 35, 351, 945-950, set 1996.

PIZZIRANI, S., ROMANI, S., ANESE, M., BARBANTI, D. Studio sulle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche del caffè torrefatto e della bevanda di estrazione. **Industrei Alimentari**, Pinerolo, 35, 658-663, giu 1996.

PORTER, L.J. *et alli.*, **J. Chem. Res**. (S), 86-87; (M), 0830-0880, 1986.

RELVAS, E.; PINTO, M. da C.; MONTEIRO, C. da R. **Arte e segredos do bom café: café básico**. Brasília: Ed Sebrae. Rio de Janeiro: ABIC, 1997.

RODRIGUES, O. & FARRO, W. Desafio de 15 milhões de sacas de café. **Notícias**, 30-33. 20 de maio de 1996.

SABBAGH, N.K. & YOKOMIZO, Y. Efeito de torração sobre algumas propriedades químicas de cafés arábica e robusta. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol 7, 147-161, 1976.

SILVEIRA, J.S.M. & CARVALHO, C.H.S. Efeito da época de colheita na qualidade do café conillon. ***22º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras***. Águas de Lindóia/SP, 1996. 109 e 110.

_____; FONSECA, A.F.A. da, FILHO, N.D. Estratificação dos defeitos que interferem na qualidade do café conillon no Espírito Santo. **22º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**. Águas de Lindóia/SP, 1996. 107-109.

STONE, H., SIDEL, J.L. Affective testing. In: **Sensory Evaluations Practices**, ed Stone H. & Sidel J. L., Academic Press, FL, USA, 227-252, 1985.

SUBRAHMANYAN, V.; BHATIA, D.S.; NATARAJAN, C.P.; MANI, J., IYENGAR, J.R.; NAGARATHNAMMA, M. Chemical Composition of Indian Coffee. **Indian Coffee**, 18, 185-191, 1954.

TOLEDO, J.L.B.de & BARBOSA, A.T. **Classificação e Degustação de Café**. Série Agronegócios. Brasília: Ed. Sebrae. Rio de Janeiro: ABIC. 1998.

TRUGO, L.C. & MACRAE, R. The Determination of Carbohidrates in Coffee Products using High Performance Liquid Chromatography. In: **ASIC**, 10e Colloque, Salvador, 187-192, 1982.

_____. A study os the Effect of Roasting on the Chlorogenic Acid Composition os Coffee Using HPLC. Food Chemistry, 15, 219-227, 1984.

_____. Carboidrates. In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R. **COFFEE:** Chemistry. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985 vol 1, cap 3.

VINCENT, J.C.; GUENOT, M.C.; PERRIOT, J.J.; GUEULE, D. Influence de différents traitements technologiques sur les caractéristiques chimiques et organoleptiques des cafes robusta et arabusta. In: **ASIC**, 8^{e} Colloque, Abidjan, 271-284, 1977.

VREE, P. H., YERANSIAN, J. A. Determination of Soluble Solids in Rooasted Coffe. **Journal of tha A.O.A.C.**, vol 56, 5, 1126-1129, 1973.

WILLIAMS, A..A.; FERIA-MORALES, A.; KARI, P. Sensory and Analytical Examination of Groud and Cup Coffee with Particular Reference to Bean Maturity. In: **ASIC**, 13^{e} Colloque, Paipa, 83-106, 1989.

WOLFROM, M.L.; PLUNKETT, R.A.; LAVER, M.L. Carbohydrates of the Coffee Bean. **Agricultural and Food Chemistry**, vol 8, 1, 58-65, jan-fev 1960.

WOODMAN, J.S. Carboxylic Acids In: CLARKE,R.J. & MACRAE, R. **COFFEE:** Chemistry. London and New York: Elsevier Applied Science, 1985 vol 1, cap 8.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela A.1: Média das temperaturas das três torrações realizadas para cada ensaio do planejamento experimental da torração de café robusta.

tempo	ensaio 1	ensaio 2	ensaio 3	ensaio 4	ensaio 5	ensaio 6	ensaio 7	ensaio 8	ensaio 9	ensaio 10	ensao 11
0	204,0	204,0	226,0	226,0	215,0	215,0	215,0	215,0	229,3	215,0	200,0
1	113,0	118,2	122,2	121,7	117,3	115,0	119,9	117,7	124,9	111,5	109,9
2	115,3	123,1	122,2	122,3	119,2	117,3	121,8	118,2	130,5	119,0	114,1
3	124,5	131,0	130,3	131,0	127,8	126,1	129,6	126,5	136,4	127,9	123,6
4	132,7	136,2	136,2	139,9	135,8	134,3	138,0	134,7	149,3	136,0	132,2
5	140,0	144,3	145,4	146,8	143,1	141,3	145,4	141,7	153,0	144,0	138,8
6	146,9	148,9	151,6	152,7	149,4	147,4	152,5	148,0	155,7	150,5	143,9
7	153,2	153,6	157,1	158,0	155,2	152,8	158,2	153,6	163,8	156,2	148,2
8	158,5	155,9	162,3	162,8	160,2	157,7	162,8	158,5	168,5	161,6	151,7
9	163,6	159,8	167,0	167,6	165,0	162,1	167,2	163,3	172,8	166,5	154,7
10	168,1	163,1	171,6	171,9	169,5	166,2	170,9	167,9	177,4	171,0	157,9
11	172,6	166,1	175,8	176,4	173,6	170,2	174,6	171,9	181,3	175,4	160,7
12	176,7	168,7	179,5	180,1	177,4	174,0	178,2	175,9	184,9	179,2	169,3
13	180,5	171,4	183,4	183,7	181,3	177,6	181,5	179,7	188,2	183,0	174,8
14	184,3	174,2	187,1	186,9	185,5	181,0	184,9	183,4	191,6	186,7	178,8
15	188,0	180,9	190,8	190,2	188,5	184,4	188,1	188,7	195,0	190,3	182,1
16	192,0	185,5	194,4	194,2	192,0	187,8	191,2		198,0	193,7	186,0
17	195,4	189,1	198,3	196,2	195,4	191,2	194,2		201,0	198,1	187,8
18		192,3		198,7	198,7	194,4	197,2		204,3	201,3	190,6
19		195,0		202,0	202,3	197,3	200,0		207,0	205,0	193,3
20		197,3		205,3	205,7	201,0	203,0		210,0	207,7	195,7
21		200,0		208,3	208,3	204,0	206,0		213,0	211,0	197,7
22		202,7		210,7	214,0	206,7	209,0		215,7	212,7	200,0
23		208,3		213,3						215,3	
24		204,3		216,3						216,7	
25		205,0		218,3						215,7	
26		204,7		220,7						215,7	
27		204,7		223,3						216,0	
28										217,0	
29										217,7	

ANEXO 2

Tabela A.2: Componentes da cor para grão torrado e grão torrado e moído (pó) de café robusta em diferentes graus de torração.

	grão			pó		
Amostras	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	43,47	5,58	9,62	47,69	8,39	15,47
2	40,30	4,20	6,41	42,07	7,00	10,47
3	44,12	5,38	9,69	46,24	8,29	14,24
4	37,56	2,94	3,52	38,54	5,07	6,43
5	40,29	4,42	6,45	42,04	7,00	10,53
6	40,92	4,68	7,16	42,94	7,34	11,22
7	40,78	4,57	7,16	42,84	7,09	10,78
8	46,78	5,96	12,13	50,13	8,82	17,30
9	38,77	3,81	5,38	41,53	6,81	9,76
10	36,14	2,03	2,20	37,50	4,32	5,08
11	42,24	4,91	8,41	45,16	8,06	13,23

ANEXO 3

Tabela A.3: Média das medidas de umidade, pH, acidez titulável, açúcares redutores e totais e fenólicos, bem como dos respectivos desvios padrão, para o café robusta com diferentes graus de torração.

amostras	***Umidade (%)***	*d.p.*	***pH***	*d.p.*	***acidez***	*d.p.*	***aç.redutor (%)***	*d.p.*	***aç. total (%)***	*d.p.*	***fenólicos (%)***	*d.p.*
1	**2,41**	0,28	**5,28**	0,04	**112,50**	0,04	**1,12**	0,06	**1,72**	0,05	**0,91**	0,11
2	**1,68**	0,12	**5,55**	0,00	**120,00**	0,16	**0,79**	0,06	**0,77**	0,01	**1,38**	0,20
3	**2,47**	0,41	**5,35**	0,04	**112,50**	0,07	**1,06**	0,06	**1,70**	0,00	**0,92**	0,14
4	**1,60**	0,22	**5,83**	0,04	**120,00**	0,09	**0,65**	0,06	**0,60**	0,00	**1,93**	0,19
5	**1,85**	0,06	**5,46**	0,02	**120,00**	0,07	**0,84**	0,06	**0,85**	0,01	**1,35**	0,19
6	**2,03**	0,18	**5,40**	0,01	**112,50**	0,10	**0,91**	0,06	**1,04**	0,01	**1,07**	0,14
7	**2,25**	0,06	**5,48**	0,14	**112,50**	0,11	**0,91**	0,05	**1,05**	0,01	**1,12**	0,17
8	**3,47**	0,04	**5,41**	0,02	**105,00**	0,04	**1,18**	0,08	**2,84**	0,04	**0,79**	0,07
9	**1,79**	0,28	**5,61**	0,04	**112,50**	0,06	**0,81**	0,05	**0,80**	0,01	**1,68**	0,12
10	**1,44**	0,09	**5,98**	0,02	**105,00**	0,04	**0,52**	0,04	**0,54**	0,01	**2,37**	0,22
11	**2,41**	0,12	**5,38**	0,03	**105,00**	0,11	**1,00**	0,05	**1,49**	0,01	**0,98**	0,06

*Acidez titulável expressa em ml de NaOH 0,1N/ 100g de café

ANEXO 4

Avaliação sensorial de blends de café robusta com café arábica, por provadores e classificadores profissionais.

Sendo: prov 1 José Luís Barbosa de Toledo

prov 12 José Luís Barbosa de Toledo

prov 2 Alaerte Telles Barbosa

prov 22 Alaerte Telles Barbosa

prov 3 Breno Lago Teixeira

Tabela A.4: Avaliação sensorial de *blends*, a) aroma, b) corpo, c)acidez, d) amargor, e) nota.

a)aroma

amostras	**prov 1**	**prov 12**	**prov 2**	**prov 22**	**prov 3**
0% R	reg/bom	bom	reg/bom	bom	regular
20% R	reg/bom	bom	reg/bom	bom	regular
35% R	reg/bom	reg/bom	reg/bom	reg/bom	reg/mau
50% R	reg/fraco	regular	reg/fraco	regular	regular
65% R	reg/fraco	regular	reg/fraco	regular	mau
80% R	regular	regular	regular	regular	reg/mau
100% R	reg/mau	regular	reg/mau	regular	reg/mau

b)corpo

amostras	**prov 1**	**prov 12**	**prov 2**	**prov 22**	**prov 3**
0% R	reg/bom	reg/bom	reg/bom	reg/bom	regular
20% R	reg/bom	regular	reg/bom	regular	regular
35% R	regular	regular	regular	regular	regular
50% R	regular	regular	regular	regular	fraco
65% R	regular	regular	regular	regular	fraco
80% R	reg/fraco	regular	reg/fraco	regular	regular
100% R	reg/fraco	regular	reg/fraco	regular	fraco

c) acidez

amostras	prov 1	prov 12	prov 2	prov 22	prov 3
0% R	pou. baixa	normal	pou. baixa	normal	normal
20% R	baixa	pou.baixa	baixa	pou.baixa	normal
35% R	pou. baixa	pou.baixa	pou. baixa	pou.baixa	normal
50% R	normal	baixa	normal	baixa	normal
65% R	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
80% R	baixa	baixa	baixa	baixa	normal
100% R	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa

d) amargor

amostras	prov 1	prov 12	prov 2	prov 22	prov 3
0% R	normal	normal	normal	normal	pou.forte
20% R	normal	normal	normal	normal	normal
35% R	normal	normal	normal	normal	normal
50% R	normal	normal	normal	normal	normal
65% R	forte	normal	forte	normal	mau
80% R	forte	normal	forte	normal	normal
100% R	forte	pou.forte	forte	pou.forte	reg/mau

e) notas

amostras	prov 1	prov 12	prov 2	prov 22	prov 3
0%	3,5	5,0	3,5	5,0	3,0
20%	4,0	4,5	4,0	4,5	2,5
35%	3,0	4,5	3,0	4,5	1,5
50%	3,5	3,5	3,5	3,5	2,0
65%	1,5	4,0	1,5	4,0	1,0
80%	2,0	3,5	2,0	3,5	0,0
100%	1,0	2,5	1,0	2,5	2,0

Tabela A.5: Média das medidas de pH, acidez titulável, açúcares redutores, fenólicos e sólidos solúveis, bem como dos respectivos desvios padrão, referentes às amostras de blends de café arábica com café robusta.

Amostras	***pH***	***d.p.***	***Acidez****	***d.p.***	***aç.redutor (%)***	***d.p.***	***Fenólicos (%)***	***d.p.***	**sol. Solúv. (%)**	**d.p.**
0	**6,09**	0,01	**123,75**	0,03	**0,49**	0,02	**1,73**	0,12	**21,69**	0,80
20	**6,10**	0,01	**125,00**	0,11	**0,58**	0,03	**1,66**	0,07	**22,34**	0,64
35	**6,03**	0,04	**140,00**	0,04	**0,61**	0,02	**1,62**	0,02	**22,71**	0,82
50	**6,05**	0,04	**128,75**	0,09	**0,68**	0,03	**1,85**	0,07	**23,11**	0,30
65	**5,94**	0,09	**137,50**	0,04	**0,72**	0,03	**1,79**	0,08	**23,88**	0,68
80	**5,92**	0,02	**132,50**	0,04	**0,81**	0,04	**1,72**	0,16	**24,51**	0,28
100	**5,86**	0,02	**133,75**	0,02	**0,86**	0,05	**1,83**	0,12	**25,10**	0,48

*Acidez titulável expressa em ml de NaOH 0,1N/ 100g de café